

## Verfahren und Vorrichtung zur Behandlung und Kreislaufführung von Abwässern

### 5    **Gebiet der Erfindung**

Die hier vorgestellte Erfindung betrifft ein Verfahren und eine Vorrichtung zur Behandlung von häuslichen Abwässern vorzugsweise in mobilen und/oder stationären Einheiten.

### 10    **Beschreibung der Erfindung**

#### **1.    Definitionen**

**Braunwasser** wird hier definiert als getrennt erfasstes und möglichst mit anderen Abwässern unvermisches, hauptsächlich fäkalbelastetes Abwasser aus allen Arten von Toiletten ohne, oder mit geringem Urinanteil, und/oder aus Fäkalabgängen aus  
15    Urinseparationstoiletten.

**Gelbwasser** wird definiert als getrennt erfasstes und möglichst mit anderen Abwässern unvermisches, hauptsächlich urinbelastetes Abwasser aus allen Arten von Urinalen und/oder dem urinbelasteten Abgang der Urinseparationstoiletten mit,  
20    oder ohne Wasser.

**Schwarzwasser** wird hier definiert als getrennt erfasstes und möglichst mit anderen Abwässern unvermisches, hauptsächlich urin- und fäkalbelastetes häusliches Abwasser und/oder andere ähnlich zusammengesetzte Abwässer aus der Landwirtschaft (z.B. Schweinegülle) und/oder anderen Quellen. Für diese  
25    Anmeldung gilt, dass Schwarzwasser der Oberbegriff für hauptsächlich urin- und fäkalbelastetes Abwasser ist. Schwarzwasser kann in einem eigenen separaten Leitungsnetz erfasst und abgeleitet werden. Das Schwarzwasser kann aber auch schwallweise in einer gemeinsamen Ableitung für Grau- und Schwarzwasser erfasst und gesondert behandelt werden.

**Grauwasser** wird hier definiert als getrennt erfasstes und nicht, oder fast nicht urin- und/oder fäkalbelastetes häusliches Abwasser und/oder andere ähnlich zusammengesetzte Abwässer aus Wäschereien und/oder anderen Quellen, dass mit einem oder mehreren separaten Ableitungsnetzen erfasst werden kann. Es kann nach Herkunft und/oder Zusammensetzung unterteilt werden in mehrere  
30    Grauwasserteilströme. Das Grauwasser kann aus allen denkbaren Kombinationen aller denkbaren Anzahlen häuslicher und ähnlicher Abwasserquellen zusammengesetzt sein, darf aber nicht den hauptsächlich, separat abgeleiteten Anteil an Schwarzwasser enthalten, wobei ein dem Grauwasser oder einem oder mehreren Teilströmen des Grauwassers zugemischter, oder durch die  
35    Wassernutzung bedingter Fäkal- und/oder Gelbwasseranteil an dieser Definition nichts ändert.  
40   

**Oxidationsreaktor** wird definiert als ein Behälter mit Flüssigkeit, in die mindestens ein Oxidans eingeleitet wird und dieser in dem Behälter chemische Verbindungen mit anderen Elementen und Substanzen eingeht und/oder auslöst. Hier können alle dem  
45    Fachmann bekannten physikalischen, chemischen und/oder biologischen

Oxidationsreaktoren gemeint sein, wie Ozonisierung, UV-Oxidation, Belebtschlammbecken, etc.

**Toilettenspülwasser** wird hier definiert als Wasser, das zum Spülen von Toiletten und/oder Urinalen eingesetzt wird.

- 5 **Filtration** umfasst alle Filtrations- und/oder Membranverfahren, die in der Abwasserreinigung und Trinkwasseraufbereitung eingesetzt werden können. Hierunter fallen alle dem Fachmann bekannten Verfahren zur Filtration, wie z.B. Filterpressen, Rottebehälter, Nano-, Ultra-, Mikrofiltration, reverse Osmose, etc., wie sie z.B. in den ATV Bänden, Ullmann's Enzyklopädie und anderer Fachliteratur sowie  
10 Fachzeitschriften, wie z.B. Korrespondenz Abwasser, Water Science & Technology, etc. oder im Internet zu finden und beschrieben sind, und/oder auf dem Markt erhältlich sind. Es können zusätzlich auch verfahrensunterstützende Additive zugesetzt werden.

- 15 **Fest-/Flüssigtrennung** umfasst alle geeigneten Separationsverfahren von flüssigen und festen Stoffen, die in der Abwasserreinigung und Trinkwasseraufbereitung eingesetzt werden können. Hierunter fallen alle dem Fachmann bekannten Verfahren zur Fest-/Flüssigtrennung, wie z.B. Adsorptions-, Filtrations- (siehe oben unter Filtration), Fällungs-, Zentrifugations-, Sedimentations-, Membranverfahren, etc., wie sie z.B. in den ATV Bänden, Ullmann's Enzyklopädie und anderer Fachliteratur sowie  
20 Fachzeitschriften, wie z.B. Korrespondenz Abwasser, Water Science & Technology, etc. oder im Internet zu finden und beschrieben sind, und/oder auf dem Markt erhältlich sind. Es können zusätzlich auch verfahrensunterstützende Additive zugesetzt werden.

- 25 **Belebungsverfahren** umfassen alle Verfahren, bei denen Mikroorganismen in der zu behandelnden Flüssigkeit frei beweglich sind, wie z.B. Belebtschlammverfahren, Membranbelebungen, SBR-Anlagen, etc. Hierunter fallen alle dem Fachmann bekannten Verfahren, wie sie z.B. in den ATV Bänden, Ullmann's Enzyklopädie und anderer Fachliteratur sowie Fachzeitschriften, wie z.B. Korrespondenz Abwasser, Water Science & Technology, etc. oder im Internet zu finden und beschrieben sind,  
30 und/oder auf dem Markt erhältlich sind. Es können zusätzlich auch verfahrensunterstützende Additive zugesetzt werden.

- Membranen** umfassen Membranen aus allen am Markt erhältlichen und geeigneten Materialien, wie z.B. Keramik, mit Poren aller Porengrößen, wie z.B. reverse Osmose, Nano-, Ultra-, Mikrofiltrationsmembranen, etc. Hierunter fallen alle dem Fachmann  
35 bekannten Membranen, wie sie z.B. in den ATV Bänden, Ullmann's Enzyklopädie und anderer Fachliteratur sowie Fachzeitschriften, wie z.B. Korrespondenz Abwasser, Water Science & Technology, etc. oder im Internet zu finden und beschrieben sind, und/oder auf dem Markt erhältlich sind.

- 40 **Biologische Oxidation** ist der Oberbegriff von oxidativen Festbett- und/oder Belebungsverfahren und auch anderen naturnahen Verfahren, wie Pflanzenkläranlagen, Oxidationsteiche, etc. Hierunter fallen alle dem Fachmann bekannten biologischen Oxidationsverfahren, wie sie z.B. in den ATV Bänden, Ullmann's Enzyklopädie und anderer Fachliteratur sowie Fachzeitschriften, wie z.B. Korrespondenz Abwasser, Water Science & Technology, etc. oder im Internet zu  
45 finden und beschrieben sind, und/oder auf dem Markt erhältlich sind. Es können auch verfahrensunterstützende Additive zugesetzt werden.

**Ureolyse** wird hier definiert als hydrolytische Spaltung von Harnstoff zu CO<sub>2</sub> und Ammoniak und/oder Ammonium, die vorzugsweise enzymatisch und besonders

vorzugsweise durch das Exoenzym *Urease* katalysiert wird. Diese kann in einem aeroben bis hin zu strikt anaeroben Milieu durchgeführt werden. In einer besonders bevorzugten Ausführungsform der Ureolyse werden die ureolytischen Mikroorganismen (z.B. *Proteus vulgaris*) auf einem Trägermaterial immobilisiert.

- 5 **Entsalzung** umfasst alle Entsalzungsverfahren, die zur Entfernung von ein- und/oder zwei oder mehrwertigen Kationen und/oder Anionen aus Schwarz- und/oder Braun- und/oder Gelb und/oder Grauwasser führen. Der Begriff Entsalzung kann auch die vorstehende Ureolyse umfassen, da für manche Entsalzungsverfahren (z.B. MAP Fällung) eine vorgeschaltete Freisetzung anorganischer Ionen aus organischen
- 10 Molekülen notwendig ist. Es können hier also verschiedenste Fällverfahren, wie MAP Fällung, etc., sowie Stripverfahren, wie  $\text{NH}_3$ -Stripping, etc., Trocknungsverfahren, wie MSF, etc., aber auch Filtrationsverfahren, wie Nanofiltration, Reverse Osmose, etc., gemeint sein. Hierunter fallen auch alle dem Fachmann bekannten technischen Entsalzungsverfahren, wie sie z.B. in den ATV Bänden, Ullmann's Enzyklopädie und
- 15 anderer Fachliteratur sowie Fachzeitschriften, wie z.B. Korrespondenz Abwasser, Water Science & Technology, etc. oder im Internet zu finden und beschrieben sind, und/oder auf dem Markt erhältlich sind. Es können auch verfahrensunterstützende Additive zugesetzt werden.

- Alternativ kann die Entsalzung auch eine Komplexeierung von Anionen und/oder
- 20 Kationen umfassen.

- Anorganische Salze** umfassen alle Salze aus ein- und/oder mehrwertigen Anionen und ein- und/oder mehrwertigen Kationen, die sich im Toilettenspülwasserkreislauf aufkonzentrieren, und die durch ihre Aufkonzentrierung zum Ausfallen tendieren, wie Magnesiumammoniumphosphat (MAP), Sulfat-, Carbonat- und Phosphatsalze mit
- 25 vorzugsweise zweiwertigen Metallionen, wie Magnesium, Kalzium, etc. Hierunter fallen alle einzelnen oder mehrere dem Fachmann bekannten anorganischen Salze vorzugsweise aus menschlichen Ausscheidungen, wie sie z.B. in den ATV Bänden, Ullmanns Enzyklopädie und anderer Fachliteratur sowie Fachzeitschriften, wie z.B. Korrespondenz Abwasser, Water Science & Technology, etc. oder im Internet zu
- 30 finden und beschrieben sind.

- Nährstoffsalze** umfassen alle Salze der anorganischen Salze aus ein- und/oder mehrwertigen Anionen und ein- und/oder mehrwertigen Kationen, die sich im Toilettenspülwasserkreislauf aufkonzentrieren, wie Salpeter, Magnesiumphosphat, etc., und die durch ihre Aufkonzentrierung zum Ausfallen tendieren, und die nach
- 35 einer eventuellen Weiterbehandlung in der Landwirtschaft zu Düngezwecken ertragssteigernd ausgebracht werden können. Hierunter fallen alle einzelnen oder mehrere dem Fachmann bekannten Nährstoffsalze vorzugsweise aus menschlichen Ausscheidungen, wie sie z.B. in den ATV Bänden, Ullmanns Enzyklopädie und anderer Fachliteratur sowie Fachzeitschriften, wie z.B. Korrespondenz Abwasser, Water Science & Technology, etc. beschrieben oder im Internet zu finden sind, sowie
- 40 Fachliteratur und Fachzeitschriften der Landwirtschaft.

- Inkrustationsverhinderung** umfasst alle Verfahren, die ein unkontrolliertes Ausfallen von anorganischen Salzen an unerwünschten Orten der gesamten hydraulischen Wegstrecke des Braun- und/oder Schwarzwasserkreislaufs
- 45 verhindern, also in der Behandlungsanlage und/oder den Steigleitungen, und/oder der Spülwasserspeicherung, und/oder den Toilettenspülwasserzuleitungen, und/oder den Spülkästen der Toiletten, und/oder den Toiletten selbst, und/oder der Braun- oder Schwarzwasserableitung. Hier können einerseits Verfahren zur Steigerung der

Löslichkeit gemeint sein, wie zum Beispiel die Komplexbildung zweiwertiger Ionen mit Aminophosphonsäure, und/oder pH Regulation, und/oder andere chemische und/oder physikalische Verfahren, die die Löslichkeit von An- und/oder Kationen steigern, und/oder andererseits aber auch Verfahren zum gezielten Entfernen der anorganischen Salze und/oder Nährstoffsalze an gewünschten Orten zur Senkung der Ionenkonzentrationen im Toilettenspülwasser, wie Ausfällungen, und/oder Ionentauscher, und/oder Opferanoden und/oder Opferkathoden, etc. Hierunter fallen alle dem Fachmann bekannten Verfahren zur Verhinderung der Ausfällung anorganischen Salze an unerwünschten Orten, wie sie z.B. in den ATV Bänden, Ullmanns Enzyklopädie und anderer Fachliteratur sowie Fachzeitschriften, wie z.B. Korrespondenz Abwasser, Water Science & Technology, etc. , oder im Internet zu finden und beschrieben sind.

## 2. Problembeschreibung

In der Patentanmeldung PCT/EP98/03316 wird eine Kreislaufführung von Schwarz- oder Braunwasser beschrieben. Die biologische Behandlung verursacht eine Freisetzung von anorganischen Ionen aus organischen Molekülen, wie Metallionen, Phosphate und reduzierte Stickstoff und Schwefelionen, und die biologische Oxidation oxidiert letztere beiden zu Nitrit-, Nitrat- und Sulphationen. Durch die Kreislaufführung wird theoretisch letztlich ein annähernd gleiches Konzentrationsprofil erreicht, wie es im menschlichen Urin zu finden ist.

Dadurch kann es in der gesamten hydraulischen Wegstrecke des Kreislaufs, von der Behandlungsanlage, über die Steigleitungen, die Spülwasserspeicherung, den Toilettenspülwasserzuleitungen, den Spülkästen der Toiletten, den Toiletten selbst, und der Braun- oder Schwarzwasserableitung zu Ausfällungen von anorganischen Salzen kommen, die den gesamten Prozess behindern und/oder letztlich zum Erliegen bringen.

Insbesondere kann es zu Ausfällungen auf der Wegstrecke des Kreislaufs Toilette bis Oxidation kommen, da hier teilweise hohe pH-Werte durch die Freisetzung von Ammonium entstehen. Die Ausfällungen betreffen vor allem die zweiwertigen Salze, wie  $MgPO_4$ , etc. Auch MAP führt oft zu unerwünschten Inkrustationen. Um eine gezielte Ausfällung zweiwertiger Kationen (Mg) als MAP, oder eine gezielte Stickstoffentfernung (z.B. Ausstrippen) zu bewerkstelligen, muss Stickstoff, der hpts. im Urin als Harnstoff-[N] vorkommt, vorher aus Harnstoff freigesetzt werden.

In der dezentralen Abwasserreinigung fallen Toilettenabwässer frisch an, d.h. es entfallen lange Transportwege durch Kanalisationen. In diesen Kanalisationen finden biologische Prozesse statt, unter anderem eben auch die Harnstoffspaltung durch das Enzym Urease, das Harnstoff hydrolytisch zu  $CO_2$  und Ammonium umsetzt. Dies macht sich den Menschen auch durch die nach Ammoniak reichenden Ausdünstungen aus Kanaldeckeln bemerkbar.

Das hier vorgestellte Verfahren und die hier vorgestellte Vorrichtung betrifft die Entsalzung von Toiletten- und/oder Urinalabwässern, wobei die Entsalzung die Extraktion von Nährstoffen umfassen kann, und wobei das Verfahren die Schritte Harnstoffspaltung, Ammoniumentfernung und Wiederverwendung des Toilettenspülwassers zur Toilettenspülung umfasst, und die Schritte in vorzugsweise gesonderten Vorrichtungen durchgeführt werden.

In der dezentralen Abwasserreinigung haben sich häufig folgende ähnliche Verfahrensschritte durchgesetzt, wie sie auch in der zentralen Abwasserreinigung zu finden sind:

1. Grobstoffentfernung (Rechen, Siebe, etc.)
- 5 2. Primärschlammabscheidung (Dreikammergrube, Dortmundbecken, etc.)
3. Biologische Oxidation (Festbett, Belebtschlammverfahren, etc.)
4. Sekundärschlammabscheidung (Rundbecken, Filtrationen, etc.)

Eine gezielte MAP Fällung ist mit diesen Verfahrensschritten nicht möglich. Wenn, wie für die vorliegende Erfindung geschrieben, die Nährstoffe als MAP ausgefällt werden sollen, dann muss das im Harnstoff enthaltene  $\text{NH}_2$  zuvor durch Ureolyse (Harnstoffspaltung) zu  $\text{NH}_4^+$  reduziert und freigesetzt werden. Erfindungsgemäß wird hierfür der Verfahrensschritt der biologische Oxidation in folgende zwei Schritte unterteilt:

1. Ureolyse
- 15 2. Biologische Oxidation

Als Zwischenschritt kann dann das durch die Ureolyse freigesetzte Ammonium als MAP ausgefällt werden. Auch alle anderen Verfahren zur Entfernung von Ammonium (z.B. Strippung, Adsorption mit Klinoptilolith, oder anderen Zeoliten oder Materialien, etc.) werden so möglich, und können hier eingesetzt werden..

- 20 Die geschilderten Nachteile des Standes der Technik werden mit dem erfindungsgemäßen Verfahren und seiner exemplarischen und/oder bevorzugten Ausführungsform beseitigt.

Ein weiteres Problem stellt sich bei der Kreislaufführung von Toilettenspülwasser in mobilen Systemen. Aufgrund der langen Retentionszeit in den biologischen Oxidationsreaktoren müssen hier

- große Volumina transportiert werden, und
- Anpassungsschwierigkeiten der Biologie auf Stoßbelastungen berücksichtigt werden

30 Flugzeuge müssen auf langen Strecken mehrere Kubikmeter Wasser mitnehmen, und am Zielflughafen entsorgen. Diese Menge kann mit dem hier vorgestellten Verfahren deutlich reduziert werden.

Die beschriebenen Probleme werden mit dem erfindungsgemäßen Verfahren und den Vorrichtung gemäß der Erfindung gelöst.

### 3. *Stand der Technik*

35 Stand der Technik im Siedlungswasserbau ist die lineare Trinkwasserentnahme, die Nutzung, und anschließend die Abwassereinleitung in Kanalisationen. Stand der Technik ist auch, dass Abwasser siedlungsintern aufbereitet, und anschließend entsorgt wird. In dieser linearen Prozessierung sind die Ionenkonzentrationen so niedrig, dass nur kaum, und wenn, dann nur langfristig Inkrustationen entstehen.

40 Dem Fachmann bekannt ist allerdings die Entstehung von Inkrustationen bei der Entwässerung von Klärschlämmen, bei der Aufkonzentrierungseffekte auftauchen.

Dem Fachmann ist ebenfalls bekannt, dass anaerobe biologische Behandlung das Entstehen von Inkrustationen, wie MAP, etc. fördert.

5 Bekannt sind auch Verfahren zur Kreislaufprozessierung von Toilettenspülwasser, wie sie in den Patentschriften von Jordan, US 4,904,387, Eger, US 3,950,249 und Braun, PCT/EP98/03316, beschrieben sind.

10 In den Patentschriften von Jordan und Eger ist der biologische Oxidation eine anaerobe Denitrifikation vorgeschaltet. In dieser Behandlungsstufe kann es aufgrund der Aktivität des Enzyms Urease, die Harnstoff zu CO<sub>2</sub> und Ammonium spaltet, aufgrund der hohen Konzentrationen von Magnesium und Phosphat sowie dem pH-Anstieg im Schwarzwasserkreislauf zu massiven Ausfällungen von MAP kommen.

15 In der Patentschrift von Braun ist die Gefahr einer MAP Ausfällung vermindert, da einerseits der biologischen Oxidation eine Fest/Flüssigtrennung vorgeschaltet ist, und dadurch die Freisetzung von Ionen in die Kreislaufflüssigkeit durch einen Abbau der organischen Substanz verringert ist, und andererseits in der biologischen Oxidation Ammonium zu Nitrat oxidiert wird, und so Ammonium zur MAP Ausfällung nicht mehr zur Verfügung steht. Zudem sieht die Anmeldeschrift eine gezielte MAP Fällung bei linear prozessiertem Gelbwasser vor.

Aber auch in dem Verfahren von Braun, wie es in der Patentschrift beschrieben ist, kann es zur Ausfällung von anderen anorganischen Salzen kommen.

20 In mobilen Einrichtungen wie Flugzeuge, Züge, Schiffe, etc., aber auch in temporär stationären Einrichtungen, wie Toilettencontainer für Massenveranstaltungen, wird Schwarzwasser in der Regel mittels wassersparenden Vorrichtungen erfasst und gespeichert, um es nach der mobilen oder temporär stationären Phase zu entsorgen. Dabei müssen große Mengen an Wasser gespeichert und transportiert werden.

25 Diese Nachteile des Standes der Technik werden durch das erfindungsgemäße Verfahren und die erfindungsgemäßen Vorrichtungen beseitigt.

#### **4. Das erfindungsgemäße Verfahren**

30 Das erfindungsgemäße Verfahren umfasst ein oder mehrere Verfahren zur Inkrustationsverhinderungen durch Entsalzung gemäß der Definition in Kapitel 1 der Beschreibung an verschiedenen Stufen der Verfahren, wie sie in den oben zitierten Patentschriften beschrieben sind, und/oder anderer Verfahren zur Kreislaufführung von Toilettenspülwasser.

35 Vor ihrer Entfernung müssen die anorganischen Ionen jedoch zunächst aus organischen Molekülen freigesetzt werden. Da es mittlerweile Urinseparationetoiletten gibt, die das Gelbwasser unverdünnt ableiten, kann das Toilettenspülwasser mit, oder ohne Gelbwasser wiederverwendet werden.

Daher umfasst das erfindungsgemäße Verfahren in einer (besonders bevorzugten) Ausführungsform die folgenden Schritte:

- 40
- a) getrennte Erfassung der Teilströme Schwarzwasser oder Braunwasser und Gelbwasser, und
  - b) Ureolyse der in (a) getrennt erfassten Teilströme Schwarzwasser oder Gelbwasser, wobei die ureolytischen Bakterien immobilisiert sein können, und
  - c) Verwendung der ureolysierten Phase aus (c) zur

- (c.i) Erfassung von Schwarzwasser oder Braunwasser in (a),  
oder
  - (c.ii) anderen Verwendungen, und
  - d) ein-, oder mehrmalige Wiederholung der Schritte (a) bis (c).
- 5 Der in Klammern gesetzte Begriff „(besonders bevorzugt)“ bzw. „(bevorzugt)“ bedeutet im Zusammenhang mit dieser Erfindung, dass die entsprechende Ausführungsform sowohl (besonders) bevorzugt ist, bzw. sein kann, als auch, dass sie eine unabhängige Ausführungsform ist oder sein kann.
- Das Verfahren umfasst in einer weiteren, (besonders bevorzugten) Ausführungsform
- 10 die folgenden Schritte:
- (a) getrennte Erfassung der Teilströme Schwarzwasser oder Braunwasser und Gelbwasser, und
  - (b) Entsalzung mindestens eines der getrennt erfassten Teilströme aus (a), wobei die Entsalzung eine MAP Fällung sein kann, und
  - 15 (c) Verwendung der entsalzten flüssigen Phase aus (c) zur
    - (c.i) Erfassung von Schwarzwasser oder Braunwasser in (a), oder
    - (c.ii) anderen Verwendungen, und
  - (d) ein-, oder mehrmalige Wiederholung der Schritte (a) bis (c).

- Das Verfahren umfasst ferner in einer (besonders bevorzugten) Ausführungsform die
- 20 folgenden Schritte:
- (i) getrennte Erfassung der Teilströme Schwarzwasser oder Braunwasser und Gelbwasser, und
  - (ii) Ureolyse in den Teilströmen Schwarzwasser oder Gelbwasser aus (a), und
  - 25 (iii) Entsalzung der Produkten aus (b), wobei die Entsalzung eine MAP Fällung sein kann, und
  - (iv) Verwendung der flüssigen Phase aus (c) zur
    - (c.i) Erfassung von Schwarzwasser oder Braunwasser in (a), oder
    - (c.ii) anderen Verwendungen, und
  - 30 (v) ein-, oder mehrmalige Wiederholung der Schritte (a) bis (d).

In einer weiteren, (besonders bevorzugten) Ausführungsform des erfindungsgemäßen Verfahrens ist zwischen den Verfahrensschritten der vorstehenden (bevorzugten) Ausführungsformen (a) und (b) eine Fest/Flüssigtrennung als Zwischenschritt geschaltet.

- 35 In einer weiteren, (besonders bevorzugten) Ausführungsform des erfindungsgemäßen Verfahrens umfasst das Verfahren die folgenden Schritte:

- (i) getrennte Erfassung der Teilströme Schwarzwasser und/oder Braunwasser und Gelbwasser, und
- (ii) Fest-/Flüssigtrennung der in (i) getrennt erfassten Teilströme Schwarzwasser und/oder Braunwasser, und
- 5 (iii) Harnstoffspaltung in den Teilströmen Gelbwasser aus (i) und/oder der flüssigen Phase von Schwarzwasser aus (ii), und
- (iv) MAP-Fällung in den Produkten aus (iii), und
- (v) Oxidation der flüssigen Phasen aus (iv), und
- (vi) Verwendung der flüssigen Phase aus (v) zur
- 10 (vi.a) Erfassung von Schwarzwasser oder Braunwasser in (i), oder
- (vi.b) anderen Verwendungen, und
- (vii) ein-, oder mehrmalige Wiederholung der Schritte (i) bis (vi).

15 In einer (besonders bevorzugten) Ausführungsform umfasst das erfindungsgemäße Verfahren eine gezielte Inkrustationsverhinderung der Nährstoffsalze durch gezielte Entfernung der Nährstoffsalze aus der Braun- und/oder Schwarzwasserflüssigkeit gemäß der Definitionen in Kapitel 1 der Beschreibung. So können die Nährstoffsalze von dem Kochsalz (NaCl) abgetrennt werden, und eine Aufsalzung der Böden in der nachgeschalteten Weiterbehandlung und/oder Ausbringung der Nährstoffsalze kann so vermieden werden.

20 In einer weiteren, (besonders bevorzugten) Ausführungsform umfasst das erfindungsgemäße Verfahren eine gezielte Inkrustationsverhinderung der Phosphatsalze durch gezielte Entfernung der Phosphatsalze aus der Braun- und/oder Schwarzwasserflüssigkeit gemäß der Definitionen in Kapitel 1 der Beschreibung. So können die Phosphatsalze in reiner Form erfasst werden, und weitere Ausbeutungen der begrenzten Phosphatvorkommen vermieden werden.

25 In einer weiteren, (besonders bevorzugten) Ausführungsform umfasst das erfindungsgemäße Verfahren eine gezielte Inkrustationsverhinderung der Stickstoffsalze durch gezielte Entfernung der Stickstoffsalze aus der Braun- und/oder Schwarzwasserflüssigkeit gemäß der Definitionen in Kapitel 1 der Beschreibung. So können die Stickstoffsalze in reiner Form erfasst werden, und die energieintensive Ammoniakgewinnung aus Luftstickstoffs durch das Haber-Bosch Verfahren kann ersetzt werden.

30 In einer weiteren, (besonders bevorzugten) Ausführungsform umfasst das erfindungsgemäße Verfahren eine gezielte Inkrustationsverhinderung der zweiwertigen Ionen Magnesium und/oder Kalzium durch gezielte Entfernung der zweiwertigen Ionen Magnesium und/oder Kalzium aus der Braun- und/oder Schwarzwasserflüssigkeit gemäß der Definitionen in Kapitel 1 der Beschreibung. So können die zweiwertigen Ionen Magnesium und/oder Kalzium in reiner Form erfasst werden, und einer weiteren Verwertung zugeführt werden, sowie Membranen vor Verstopfung durch zweiwertige Salze geschützt werden.

40 In einer weiteren, (besonders bevorzugten) Ausführungsform umfasst das erfindungsgemäße Verfahren eine dezentrale Erfassung der anorganischen Salze und/oder Nährstoffsalze gemäß der Definitionen in Kapitel 1 der Beschreibung



vorzugsweise aus einzelnen oder mehreren Gebäuden und/oder deren dezentrale Verwertung gemäß der (besonders bevorzugten) Ausführungsformen der erfindungsgemäßen Verfahren.

5 In einer weiteren, (besonders bevorzugten) Ausführungsform umfasst das erfindungsgemäße Verfahren eine Inkrustationsverhinderung gemäß der Definition in Kapitel 1 der Beschreibung nach dem Ableitungsrohr der Toiletten.

10 In einer weiteren, (besonders bevorzugten) Ausführungsform umfasst das erfindungsgemäße Verfahren eine Inkrustationsverhinderung, gemäß der Definition in Kapitel 1 der Beschreibung, in einem in und/oder vor einem Verfahren zum Transport von Flüssigkeiten abgezweigten Teilstrom des Schwarz- und/oder Braunwasserkreislaufs, wobei dieser Teilstrom nach der Inkrustationsverhinderung in und/oder nach dem Verfahren zum Transport von Flüssigkeiten mit dem Hauptstrom des Schwarz- und/oder Braunwasserkreislaufs wiedervereinigt werden kann, und/oder ein gleichzeitiger, kombinierter Verfahrensschritt zur  
15 Inkrustationsverhinderung und zum Transport von Flüssigkeiten.

20 In einer weiteren, (besonders bevorzugten) Ausführungsform umfasst das erfindungsgemäße Verfahren ein Verfahren zur Inkrustationsverhinderung, gemäß der Definition in Kapitel 1 der Beschreibung, in einem in und/oder vor einem Verfahren zur Fest/Flüssigtrennung abgezweigten Teilstrom des Schwarz- und/oder Braunwasserkreislaufs, wobei dieser Teilstrom nach der Inkrustationsverhinderung in und/oder nach dem Fest/Flüssigtrennungsverfahren mit dem Hauptstrom des Schwarz- und/oder Braunwasserkreislaufs wiedervereinigt werden kann, und/oder ein gleichzeitiger, kombinierter Verfahrensschritt zur Inkrustationsverhinderung und Fest/Flüssigtrennung.

25 In einer weiteren, (besonders bevorzugten) Ausführungsform umfasst das erfindungsgemäße Verfahren ein Verfahren zur Inkrustationsverhinderung, gemäß der Definition in Kapitel 1 der Beschreibung, in einem in und/oder vor einem Verfahren zur biologischen Oxidation abgezweigten Teilstrom des Schwarz- und/oder Braunwasserkreislaufs, wobei dieser Teilstrom nach der  
30 Inkrustationsverhinderung in und/oder nach dem Oxidationsverfahren mit dem Hauptstrom des Schwarz- und/oder Braunwasserkreislaufs wiedervereinigt werden kann, und/oder ein gleichzeitiger, kombinierter Verfahrensschritt zur Inkrustationsverhinderung und biologischen Oxidation.

35 In einer weiteren, (besonders bevorzugten) Ausführungsform umfasst das erfindungsgemäße Verfahren ein Verfahren zur Inkrustationsverhinderung, gemäß der Definition in Kapitel 1 der Beschreibung, in einem in und/oder vor einem Verfahren zur biologischen Denitrifikation abgezweigten Teilstrom des Schwarz- und/oder Braunwasserkreislaufs, wobei dieser Teilstrom nach der Inkrustationsverhinderung in und/oder nach dem Denitrifikationsverfahren mit dem  
40 Hauptstrom des Schwarz- und/oder Braunwasserkreislaufs wiedervereinigt werden kann, und/oder ein gleichzeitiger, kombinierter Verfahrensschritt zur Inkrustationsverhinderung und biologischen Denitrifikation.

45 In einer weiteren, (besonders bevorzugten) Ausführungsform umfasst das erfindungsgemäße Verfahren ein Verfahren zur Inkrustationsverhinderung, gemäß der Definition in Kapitel 1 der Beschreibung, in einem in und/oder vor einem

Verfahren zur Ozonisierung abgezweigten Teilstrom des Schwarz- und/oder Braunwasserkreislaufs, wobei dieser Teilstrom nach der Inkrustationsverhinderung in und/oder nach dem Ozonisierungsverfahren mit dem Hauptstrom des Schwarz- und/oder Braunwasserkreislaufs wiedervereinigt werden kann, und/oder ein  
5 gleichzeitiger, kombinierter Verfahrensschritt zur Inkrustationsverhinderung und Ozonisierung.

In einer weiteren, (besonders bevorzugten) Ausführungsform umfasst das erfindungsgemäße Verfahren ein Verfahren zur Inkrustationsverhinderung, gemäß der Definition in Kapitel 1 der Beschreibung, in einem in und/oder vor einem  
10 Verfahren zur Adsorption, vorzugsweise mittels Aktivkohle, abgezweigten Teilstrom des Schwarz- und/oder Braunwasserkreislaufs, wobei dieser Teilstrom nach der Inkrustationsverhinderung in und/oder nach dem Verfahren zur Adsorption mit dem Hauptstrom des Schwarz- und/oder Braunwasserkreislaufs wiedervereinigt werden kann, und/oder ein gleichzeitiger, kombinierter Verfahrensschritt zur  
15 Inkrustationsverhinderung und Adsorption.

In einer weiteren, (besonders bevorzugten) Ausführungsform umfasst das erfindungsgemäße Verfahren ein Verfahren zur Inkrustationsverhinderung, gemäß der Definition in Kapitel 1 der Beschreibung, in einem in und/oder vor einem  
20 Verfahren zur Hydrolyse abgezweigten Teilstrom des Schwarz- und/oder Braunwasserkreislaufs, wobei dieser Teilstrom nach der Inkrustationsverhinderung in und/oder nach dem Hydrolyseverfahren mit dem Hauptstrom des Schwarz- und/oder Braunwasserkreislaufs wiedervereinigt werden kann, und/oder ein gleichzeitiger, kombinierter Verfahrensschritt zur Inkrustationsverhinderung und Hydrolyse.

In einer weiteren, (besonders bevorzugten) Ausführungsform umfasst das erfindungsgemäße Verfahren ein Verfahren zur Inkrustationsverhinderung, gemäß der Definition in Kapitel 1 der Beschreibung, in einem in und/oder vor einem  
25 Verfahren zur Methanfermentation abgezweigten Teilstrom des Schwarz- und/oder Braunwasserkreislaufs, wobei dieser Teilstrom nach der Inkrustationsverhinderung in und/oder nach dem Methanfermentationsverfahren mit dem Hauptstrom des Schwarz- und/oder Braunwasserkreislaufs wiedervereinigt werden kann, und/oder ein gleichzeitiger, kombinierter Verfahrensschritt zur Inkrustationsverhinderung und  
30 Methanfermentation.

In einer weiteren, (besonders bevorzugten) Ausführungsform umfasst das erfindungsgemäße Verfahren ein Verfahren zur Inkrustationsverhinderung, gemäß der Definition in Kapitel 1 der Beschreibung, in einem in und/oder vor einem  
35 Verfahren zur Hygienisierung, vorzugsweise mittels UV-Bestrahlung, abgezweigten Teilstrom des Schwarz- und/oder Braunwasserkreislaufs, wobei dieser Teilstrom nach der Inkrustationsverhinderung in und/oder nach dem Hygienisierungsverfahren mit dem Hauptstrom des Schwarz- und/oder Braunwasserkreislaufs wiedervereinigt werden kann, und/oder ein gleichzeitiger, kombinierter Verfahrensschritt zur  
40 Inkrustationsverhinderung und Hygienisierung.

In einer weiteren, (besonders bevorzugten) Ausführungsform umfasst das erfindungsgemäße Verfahren folgenden Schritte:

- 45 (a) getrennte Erfassung der Teilströme Grauwasser, oder einer oder mehrerer Teilströme davon, und Schwarzwasser oder Braunwasser und Gelbwasser, und

- (b) Erste Entsalzung der in (a) getrennt erfassten flüssigen Phasen aus Schwarzwasser, oder Braunwasser und/oder des in (a) getrennt erfassten Gelbwassers, und
- (c) Zweite Entsalzung der aus (b) erhaltenen flüssigen Phasen, und
- 5 (d) Verwendung der flüssigen Phase aus (c) zur Erfassung von Schwarzwasser oder Braunwasser, und
- (e) Ein-, oder mehrmalige Wiederholung der Schritte (a) bis (d).

In einer weiteren, (besonders bevorzugten) Ausführungsform umfasst das erfindungsgemäße Verfahren folgenden Schritte:

- 10 (i) getrennte Erfassung der Teilströme Grauwasser, oder einer oder mehrerer Teilströme davon, und Schwarzwasser oder Braunwasser und Gelbwasser, und
- (ii) Entsalzung der in (i) getrennt erfassten Phasen aus Schwarzwasser, oder Braunwasser und/oder des in (i) getrennt erfassten Gelbwassers, und
- 15 (iii) Oxidation von einer der aus (ii) erhaltenen salzarmen Phasen aus Schwarzwasser und/oder Braunwasser, und
- (iv) Verwendung der flüssigen Phase aus (iii) zur Erfassung von Schwarzwasser oder Braunwasser, und
- 20 (v) Ein-, oder mehrmalige Wiederholung der Schritte (i) bis (iv).

In einer weiteren, (besonders bevorzugten) Ausführungsform umfasst das erfindungsgemäße Verfahren folgenden Schritte:

- 25 (I) getrennte Erfassung der Teilströme Grauwasser, oder einer oder mehrerer Teilströme davon, und Schwarzwasser oder Braunwasser und Gelbwasser, und
- (II) Oxidation von mindestens einer der in (I) getrennt erfassten Phasen aus Schwarzwasser oder Braunwasser, und
- (III) Fest-/Flüssigtrennung mindestens eines der Produkte aus (II) aus getrennt erfassten Schwarzwasser und/oder Braunwasser, und
- 30 (IV) UV-Oxidation der flüssigen Phase mindestens eines der Produkte aus (III) aus getrennt erfassten Schwarzwasser und/oder Braunwasser, und
- (V) Verwendung der flüssigen Phase aus (IV) zur Erfassung von Schwarzwasser oder Braunwasser, und
- (VI) Ein-, oder mehrmalige Wiederholung der Schritte (I) bis (V).

35 In einer weiteren, (besonders bevorzugten) Ausführungsform umfasst das erfindungsgemäße Verfahren folgenden Schritte:

- (A) getrennte Erfassung der Teilströme Grauwasser, oder einer oder mehrerer Teilströme davon, und Schwarzwasser oder Braunwasser und Gelbwasser, und

- (B) Kohlenstoffentfernung der in (A) getrennt erfassten Teilströme Grauwasser, oder einer oder mehrerer Teilströme davon, und
- (C) Membranfiltration der aus (B) erhaltenen flüssigen Phasen aus Grauwasser, oder einer oder mehrerer Teilströme davon, und
- 5 (D) Entsalzung von mindestens einer der aus (C) erhaltenen flüssigen Phasen, und
- (E) Oxidation von mindestens einer der aus (D) erhaltenen salzarmen Phasen, und
- 10 (F) Verwendung der flüssigen Phase aus (E) zur Erfassung von Grauwasser, oder einer oder mehrerer Teilströme davon, und
- (G) Ein-, oder mehrmalige Wiederholung der Schritte (A) bis (F).

In einer weiteren, (besonders bevorzugten) Ausführungsform des erfindungsgemäßen Verfahrens umfassen die Verfahrensschritte nach den Verfahrensschritten (b), (ii) und (II) eine Membranfiltration von Grauwasser, oder

15 einer oder mehrerer Teilströme davon als zusätzlichen Verfahrensschritt (bi), (iia) und (IIa).

In einer weiteren, (besonders bevorzugten) Ausführungsform des erfindungsgemäßen Verfahrens umfassen die Verfahrensschritte nach den Verfahrensschritten (B) eine Membranfiltration von Grauwasser, oder einer oder

20 mehrerer Teilströme davon als zusätzlichen Verfahrensschritt (Ba).

In einer weiteren, (besonders bevorzugten) Ausführungsform des erfindungsgemäßen Verfahrens sind die Verfahrensschritt (b), (ii) (C) und (II) eine Ultra- oder Nanofiltration.

In einer weiteren, (besonders bevorzugten) Ausführungsform des erfindungsgemäßen Verfahrens sind die Verfahrensschritt (c) und (iii) eine MAP-Fällung.

25

In einer weiteren, (besonders bevorzugten) Ausführungsform des erfindungsgemäßen Verfahrens erfolgt zwischen den Verfahrensschritten (c), und (b) sowie zwischen (iii) und (ii) eine Zudosierung von Substanzen in fester oder flüssiger Form.

30

In einer weiteren, (besonders bevorzugten) Ausführungsform des erfindungsgemäßen Verfahrens umfassen die zudosierten Substanzen MgO und/oder  $Mg(OH)_2$  und/oder Phosphorverbindungen.

In einer weiteren, (besonders bevorzugten) Ausführungsform des erfindungsgemäßen Verfahrens erfolgt die Zudosierung mit stöchiometrischen Mengen, die sich nach den Konzentrationen von Ammonium in der zu behandelnden Flüssigkeit richtet.

35

In einer weiteren, (besonders bevorzugten) Ausführungsform des erfindungsgemäßen Verfahrens ist der Verfahrensschritt (d) und (iii) eine reverse Osmose.

5 In einer weiteren, (besonders bevorzugten) Ausführungsform des erfindungsgemäßen Verfahrens werden die Verfahrensschritten (c), und (b) sowie (iii) und (ii) in einem Behälter, oder in zwei hydraulisch nicht getrennten Behältern durchgeführt.

10 In einer weiteren, (besonders bevorzugten) Ausführungsform des erfindungsgemäßen Verfahrens erfolgt die die Zudosierung der Substanzen zwischen den Verfahrensschritten (c), und (b) nach derjenigen Menge von Ammonium, die nötig ist, um in der Oxidation des Verfahrensschrittes (d) diejenige pH-Absenkung, die durch die Umwandlung von Ammonium zu Nitrat verursacht wird, zu ermöglichen, die das basische Millieu des Austrags aus Verfahrensschritt (c) neutralisiert

15 In einer weiteren, (besonders bevorzugten) Ausführungsform des erfindungsgemäßen Verfahrens erfolgt die pH-Absenkung im Verfahrensschritt (iv) durch Zugabe von Anionen.

In einer weiteren, (besonders bevorzugten) Ausführungsform des erfindungsgemäßen Verfahrens umfassen die Anionen Nitrat.

20 In einer weiteren, (besonders bevorzugten) Ausführungsform des erfindungsgemäßen Verfahrens ist der Verfahrensschritt (e) eine Aktivkohleadsorption und/oder Ozonisierung und/oder UV-Behandlung.

25 In einer weiteren, (besonders bevorzugten) Ausführungsform des erfindungsgemäßen Verfahrens ist der Verfahrensschritt (v) e eine UVC-Behandlung und/oder eine Ozonisierung.

In einer weiteren, (besonders bevorzugten) Ausführungsform des erfindungsgemäßen Verfahrens ist der Verfahrensschritt (iii) keine Entsalzung, sondern eine Komplexierung der zweiwertigen Ionen mittels eines Komplexierungsmittels.

30 In einer weiteren, (besonders bevorzugten) Ausführungsform des erfindungsgemäßen Verfahrens umfasst das Komplexierungsmittel Aminophosphonsäure.

35 In einer weiteren, (besonders bevorzugten) Ausführungsform des erfindungsgemäßen Verfahrens kann das Komplexierungsmittel an jedem Punkt vor Schritt (v) zugegeben werden.

In einer weiteren, (besonders bevorzugten) Ausführungsform umfasst das erfindungsgemäße Verfahren folgenden Schritte:

- (Eins) Ableitung einer wässrigen Flüssigkeit aus einem Speicherbehälter, und
- (Zwei) Verwendung der Flüssigkeit zur Toilettenspülung, die die Erfassung von Fäkalien und/oder Urin umfassen kann, und
- 5 (Drei) Behandlung der Flüssigkeit, und
- (Vier) Zuleitung der Flüssigkeit zu dem Speicherbehälter, und
- (Fünf) UVC Behandlung der Flüssigkeit in dem Speicherbehälter, und
- (Sechs) ein, oder mehrmalige Wiederholung der Schritte (Eins) bis (Fünf)

10 In einer weiteren, (besonders bevorzugten) Ausführungsform umfasst das erfindungsgemäße Verfahren folgenden Schritte:

- (Erstens) Ableitung einer wässrigen Flüssigkeit aus einem Speicherbehälter, und
- (Zweitens) Behandlung der Flüssigkeit, und
- 15 (Drittens) Verwendung der Flüssigkeit zur Toilettenspülung, die die Erfassung von Fäkalien und/oder Urin umfassen kann, und
- (Viertens) Behandlung der Flüssigkeit, und
- (Fünftens) Zuleitung der Flüssigkeit zu dem Speicherbehälter, und
- (Sechstens) Anhebung des pH Wertes in dem Speicherbehälter, oder in einem Behälter parallel zu dem Speicherbehälter, und
- 20 (Siebentens) ein, oder mehrmalige Wiederholung der Schritte (Erstens) bis (Sechstens)

### **5. Die erfindungsgemäße Vorrichtung**

Die erfindungsgemäße Vorrichtung umfasst ein oder mehrere Einrichtungen zur Inkrustationsverhinderungen gemäß der Definition in Kapitel 1 der Beschreibung in, und/oder vor, und/oder nach den verschiedenen Einrichtungen der Verfahren, wie sie in den oben zitierten Patentschriften beschrieben sind, und/oder Einrichtungen anderer Verfahren zur Kreislaufführung von Toilettenspülwasser.

Die Vorrichtung umfasst in einer (besonders bevorzugten) Ausführungsform die folgenden Einrichtungen:

- 30 (A) Eine Einrichtung zur getrennten Erfassung der Teilströme Schwarzwasser oder Braunwasser und Gelbwasser, und
- (B) eine Einrichtung zur Harnstoffspaltung in den Teilströmen Schwarzwasser oder Gelbwasser aus (A), und
- (C) eine Einrichtung zur MAP-Fällung in den Produkten aus (B), und
- 35 (D) Verwendung der flüssigen Phase aus (C) zur
- (D.a) Erfassung von Schwarzwasser oder Braunwasser in (A), oder
- (D.b) anderen Verwendungen, und

In einer weiteren, (besonders bevorzugten) Ausführungsform der erfindungsgemäßen Vorrichtung umfasst die Vorrichtung eine Einrichtung zur ein-, oder mehrmaligen Wiederholung der Schritte (A) bis (D).

5 In einer weiteren, (besonders bevorzugten) Ausführungsform der erfindungsgemäßen Vorrichtung umfasst die Vorrichtung die folgenden Einrichtungen:

- (I) Eine Einrichtung zur getrennten Erfassung der Teilströme Schwarzwasser und/oder Braunwasser und Gelbwasser, und
- 10 (II) eine Einrichtung zur Fest-/Flüssigtrennung der in (I) getrennt erfassten Teilströme Schwarzwasser und/oder Braunwasser, und
- (III) eine Einrichtung zur Harnstoffspaltung in den Teilströmen Gelbwasser aus (I) und/oder der flüssigen Phase von Schwarzwasser aus (II), und
- (IV) eine Einrichtung zur MAP-Fällung in den Produkten aus (III), und
- (V) eine Einrichtung zur Oxidation der flüssigen Phasen aus (IV), und
- 15 (VI) eine Einrichtung zur Verwendung der flüssigen Phase aus (V) zur
  - (VI.a) Erfassung von Schwarzwasser oder Braunwasser in (I), oder
  - (VI.b) anderen Verwendungen, und
- 20 (VII) eine Einrichtung zur ein-, oder mehrmaligen Wiederholung der Schritte (I) bis (VI).

In einer (besonders bevorzugten) Ausführungsform umfasst die erfindungsgemäße Vorrichtung eine Einrichtung zur Inkrustationsverhinderung, gemäß der Definition in Kapitel 1 der Beschreibung, in einem in und/oder vor einer Einrichtung zum Transport von Flüssigkeiten abgezweigten Teilstrom des Schwarz- und/oder Braunwasserkreislaufs, wobei dieser Teilstrom nach der Inkrustationsverhinderung in und/oder nach der Einrichtung zum Transport von Flüssigkeiten mit dem Hauptstrom des Schwarz- und/oder Braunwasserkreislaufs wiedervereinigt werden kann, und/oder eine kombinierte Einrichtung zur Inkrustationsverhinderung und zum Transport von Flüssigkeiten.

30 In einer weiteren, (besonders bevorzugten) Ausführungsform umfasst die erfindungsgemäße Vorrichtung eine Einrichtung zur Inkrustationsverhinderung, gemäß der Definition in Kapitel 1 der Beschreibung, in einem in und/oder vor einer Einrichtung zur Fest/Flüssigtrennung abgezweigten Teilstrom des Schwarz- und/oder Braunwasserkreislaufs, wobei dieser Teilstrom nach der Inkrustationsverhinderung in und/oder nach der Einrichtung zur Fest/Flüssigtrennung mit dem Hauptstrom des Schwarz- und/oder Braunwasserkreislaufs wiedervereinigt werden kann, und/oder eine kombinierte Einrichtung zur Inkrustationsverhinderung und zur Fest/Flüssigtrennung.

40 In einer weiteren, (besonders bevorzugten) Ausführungsform umfasst die erfindungsgemäße Vorrichtung eine Einrichtung zur Inkrustationsverhinderung, gemäß der Definition in Kapitel 1 der Beschreibung, in einem in und/oder vor einer Einrichtung zur biologischen Oxidation abgezweigten Teilstrom des Schwarz- und/oder Braunwasserkreislaufs, wobei dieser Teilstrom nach der Inkrustationsverhinderung in und/oder nach der Einrichtung zur biologischen Oxidation mit dem Hauptstrom des Schwarz- und/oder Braunwasserkreislaufs

45

wiedervereinigt werden kann, und/oder eine kombinierte Einrichtung zur Inkrustationsverhinderung und zur biologischen Oxidation.

5 In einer weiteren, (besonders bevorzugten) Ausführungsform umfasst die erfindungsgemäße Vorrichtung eine Einrichtung zur Inkrustationsverhinderung, gemäß der Definition in Kapitel 1 der Beschreibung, in einem in und/oder vor einer  
10 Einrichtung zur Denitrifikation abgezweigten Teilstrom des Schwarz- und/oder Braunwasserkreislaufs, wobei dieser Teilstrom nach der Inkrustationsverhinderung in und/oder nach der Einrichtung zur Denitrifikation mit dem Hauptstrom des Schwarz- und/oder Braunwasserkreislaufs wiedervereinigt werden kann, und/oder eine kombinierte Einrichtung zur Inkrustationsverhinderung und zur Denitrifikation.

15 In einer weiteren, (besonders bevorzugten) Ausführungsform umfasst die erfindungsgemäße Vorrichtung eine Einrichtung zur Inkrustationsverhinderung, gemäß der Definition in Kapitel 1 der Beschreibung, in einem in und/oder vor einer Einrichtung zur Ozonisierung abgezweigten Teilstrom des Schwarz- und/oder  
20 Braunwasserkreislaufs, wobei dieser Teilstrom nach der Inkrustationsverhinderung in und/oder nach der Einrichtung zur Ozonisierung mit dem Hauptstrom des Schwarz- und/oder Braunwasserkreislaufs wiedervereinigt werden kann, und/oder eine kombinierte Einrichtung zur Inkrustationsverhinderung und zur Ozonisierung.

25 In einer weiteren, (besonders bevorzugten) Ausführungsform umfasst die erfindungsgemäße Vorrichtung eine Einrichtung zur Inkrustationsverhinderung, gemäß der Definition in Kapitel 1 der Beschreibung, in einem in und/oder vor einer Einrichtung zur Adsorption, vorzugsweise mittels Aktivkohle, abgezweigten Teilstrom des Schwarz- und/oder Braunwasserkreislaufs, wobei dieser Teilstrom nach der  
30 Inkrustationsverhinderung in und/oder nach der Einrichtung zur Adsorption mit dem Hauptstrom des Schwarz- und/oder Braunwasserkreislaufs wiedervereinigt werden kann, und/oder eine kombinierte Einrichtung zur Inkrustationsverhinderung und zur Adsorption.

35 In einer weiteren, (besonders bevorzugten) Ausführungsform umfasst die erfindungsgemäße Vorrichtung eine Einrichtung zur Inkrustationsverhinderung, gemäß der Definition in Kapitel 1 der Beschreibung, in einem in und/oder vor einer Einrichtung zur Hygienisierung, vorzugsweise mittels UV-Bestrahlung, abgezweigten  
40 Teilstrom des Schwarz- und/oder Braunwasserkreislaufs, wobei dieser Teilstrom nach der Inkrustationsverhinderung in und/oder nach der Einrichtung zur Hygienisierung mit dem Hauptstrom des Schwarz- und/oder Braunwasserkreislaufs wiedervereinigt werden kann, und/oder eine kombinierte Einrichtung zur Inkrustationsverhinderung und zur Hygienisierung.

45 In einer weiteren, (besonders bevorzugten) Ausführungsform umfasst die erfindungsgemäße Vorrichtung eine Einrichtung zur Inkrustationsverhinderung, gemäß der Definition in Kapitel 1 der Beschreibung, in einem in und/oder vor einer Einrichtung zur Hydrolyse abgezweigten Teilstrom des Schwarz- und/oder  
50 Braunwasserkreislaufs, wobei dieser Teilstrom nach der Inkrustationsverhinderung in und/oder nach der Einrichtung zur Hydrolyse mit dem Hauptstrom des Schwarz- und/oder Braunwasserkreislaufs wiedervereinigt werden kann, und/oder eine kombinierte Einrichtung zur Inkrustationsverhinderung und zur Hydrolyse.



- In einer weiteren, (besonders bevorzugten) Ausführungsform umfasst die erfindungsgemäße Vorrichtung eine Einrichtung zur Inkrustationsverhinderung, gemäß der Definition in Kapitel 1 der Beschreibung, in einem in und/oder vor einer Einrichtung zur Methanfermentation abgezweigten Teilstrom des Schwarz- und/oder Braunwasserkreislaufs, wobei dieser Teilstrom nach der Inkrustationsverhinderung in und/oder nach der Einrichtung zur Methanfermentation mit dem Hauptstrom des Schwarz- und/oder Braunwasserkreislaufs wiedervereinigt werden kann, und/oder eine kombinierte Einrichtung zur Inkrustationsverhinderung und zur Methanfermentation.
- 10 In einer weiteren, (besonders bevorzugten) Ausführungsform umfasst die erfindungsgemäße Vorrichtung die folgenden Einrichtungen:
- (a) eine Einrichtung zur getrennten Erfassung der Teilströme Grauwasser, oder einer oder mehrerer Teilströme davon, und Schwarzwasser oder Braunwasser und Gelbwasser, und
  - 15 (b) eine Einrichtung zur Fest-/Flüssigtrennung der in (a) getrennt erfassten Teilströme Schwarzwasser und/oder Braunwasser, und
  - (c) eine Einrichtung zur ersten Entsalzung der aus (b) erhaltenen flüssigen Phasen aus Schwarzwasser, oder Braunwasser und/oder des in (a) getrennt erfassten Gelbwassers, und
  - 20 (d) eine Einrichtung zur zweiten Entsalzung der aus (c) erhaltenen flüssigen Phasen, und
  - (e) eine Einrichtung zur Oxidation von mindestens einer der aus (d) erhaltenen salzarmen Phasen aus Schwarzwasser und/oder Braunwasser, und
  - 25 (f) eine Einrichtung zur Verwendung der flüssigen Phase aus (e) zur Erfassung von Schwarzwasser oder Braunwasser, und
  - (g) eine Einrichtung zur ein-, oder mehrmaligen Wiederholung der Schritte (a) bis (f).
- 30 In einer weiteren, (besonders bevorzugten) Ausführungsform umfasst die erfindungsgemäße Vorrichtung die folgenden Einrichtungen:
- (i) eine Einrichtung zur getrennten Erfassung der Teilströme Grauwasser, oder einer oder mehrerer Teilströme davon, und Schwarzwasser oder Braunwasser und Gelbwasser, und
  - 35 (ii) eine Einrichtung zur Fest-/Flüssigtrennung der in (i) getrennt erfassten Teilströme Schwarzwasser und/oder Braunwasser, und
  - (iii) eine Einrichtung zur Entsalzung der aus (ii) erhaltenen flüssigen Phasen aus Schwarzwasser, oder Braunwasser und/oder des in (i) getrennt erfassten Gelbwassers, und
  - 40 (iv) eine Einrichtung zur Oxidation von mindestens einer der aus (iii) erhaltenen salzarmen Phasen aus Schwarzwasser und/oder Braunwasser, und
  - (v) eine Einrichtung zur Verwendung der flüssigen Phase aus (iv) zur Erfassung von Schwarzwasser oder Braunwasser, und

- (vi) eine Einrichtung zur ein-, oder mehrmaligen Wiederholung der Schritte (i) bis (iv).

In einer weiteren, (besonders bevorzugten) Ausführungsform umfasst die erfindungsgemäße Vorrichtung die folgenden Einrichtungen:

- 5 (I) eine Einrichtung zur getrennten Erfassung der Teilströme Grauwasser, oder einer oder mehrerer Teilströme davon, und Schwarzwasser oder Braunwasser und Gelbwasser, und
- (II) eine Einrichtung zur Fest-/Flüssigtrennung der in (I) getrennt erfassten Teilströme Schwarzwasser und/oder Braunwasser, und
- 10 (III) eine Einrichtung zur Oxidation von mindestens einer der aus (II) erhaltenen flüssigen Phasen aus Schwarzwasser oder Braunwasser, und
- (IV) eine Einrichtung zur Fest-/Flüssigtrennung mindestens eines der Produkte aus (III) aus getrennt erfassten Schwarzwasser und/oder Braunwasser, und
- 15 (V) eine Einrichtung zur UV-Oxidation der flüssigen Phase mindestens eines der Produkte aus (IV) aus getrennt erfassten Schwarzwasser und/oder Braunwasser, und
- (VI) eine Einrichtung zur Verwendung der flüssigen Phase aus (V) zur Erfassung von Schwarzwasser oder Braunwasser, und
- 20 (VII) eine Einrichtung zur ein-, oder mehrmaligen Wiederholung der Schritte (I) bis (VI).

In einer weiteren, (besonders bevorzugten) Ausführungsform umfasst die erfindungsgemäße Vorrichtung die folgenden Einrichtungen:

- 25 (A) eine Einrichtung zur getrennten Erfassung der Teilströme Grauwasser, oder einer oder mehrerer Teilströme davon, und Schwarzwasser oder Braunwasser und Gelbwasser, und
- (B) eine Einrichtung zur Kohlenstoffentfernung der in (A) getrennt erfassten Teilströme Grauwasser, oder einer oder mehrerer Teilströme davon, und
- 30 (C) eine Einrichtung zur Membranfiltration der aus (B) erhaltenen flüssigen Phasen aus Grauwasser, oder einer oder mehrerer Teilströme davon, und
- (D) eine Einrichtung zur Entsalzung von mindestens einer der aus (C) erhaltenen flüssigen Phasen, und
- 35 (E) eine Einrichtung zur Oxidation von mindestens einer der aus (D) erhaltenen salzarmen Phasen, und
- (F) eine Einrichtung zur Verwendung der flüssigen Phase aus (E) zur Erfassung von Grauwasser, oder einer oder mehrerer Teilströme davon, und
- 40 (G) eine Einrichtung zur ein-, oder mehrmalige Wiederholung der Schritte (A) bis (F).

In einer weiteren, (besonders bevorzugten) Ausführungsform der erfindungsgemäßen Vorrichtung umfassen die Einrichtungen nach den Einrichtungen (b), (ii) und (II) eine Einrichtung zur Membranfiltration von Grauwasser, oder einer oder mehrerer Teilströme davon als zusätzliche Einrichtung (bi), (iia) und (IIa).

- 5 In einer weiteren, (besonders bevorzugten) Ausführungsform der erfindungsgemäßen Vorrichtung umfassen die Einrichtungen nach der Einrichtung (B) eine Einrichtung zur Kreislaufprozessierung des in (A) getrennt erfassten Schwarzwassers oder Braunwassers mit, oder ohne Gelbwasser als zusätzliche Einrichtung (Ba).
- 10 In einer weiteren, (besonders bevorzugten) Ausführungsform umfasst die erfindungsgemäße Vorrichtung eine Einrichtung zur Zwischen-Speicherung von Schwarz- und/oder Braunwasser, die die folgenden Einrichtungen umfasst:
- (Eins) eine Einrichtung zur Ableitung einer wässrigen Flüssigkeit aus einem Speicherbehälter, und
  - 15 (Zwei) eine Einrichtung zur Verwendung der Flüssigkeit zur Toilettenspülung, die die Erfassung von Fäkalien und/oder Urin umfassen kann, und
  - (Drei) eine Einrichtung zur Behandlung der Flüssigkeit, und
  - (Vier) eine Einrichtung zur Zuleitung der Flüssigkeit zu dem Speicherbehälter, und
  - 20 (Fünf) eine Einrichtung zur UVC Behandlung der Flüssigkeit in dem Speicherbehälter, und
  - (Sechs) eine Einrichtung zur ein, oder mehrmaligen Wiederholung der Schritte (Eins) bis (Fünf)
- 25 In einer weiteren, (besonders bevorzugten) Ausführungsform umfasst die erfindungsgemäße Vorrichtung eine Einrichtung zur Zwischen-Speicherung von Schwarz- und/oder Braunwasser, die die folgenden Einrichtungen umfasst:
- (Erstens) eine Einrichtung zur Ableitung einer wässrigen Flüssigkeit aus einem Speicherbehälter, und
  - 30 (Zweitens) eine Einrichtung zur Behandlung der Flüssigkeit, und
  - (Drittens) eine Einrichtung zur Verwendung der Flüssigkeit zur Toilettenspülung, die die Erfassung von Fäkalien und/oder Urin umfassen kann, und
  - (Viertens) eine Einrichtung zur Behandlung der Flüssigkeit, und
  - 35 (Fünftens) eine Einrichtung zur Zuleitung der Flüssigkeit zu dem Speicherbehälter, und
  - (Sechstens) eine Einrichtung zur Anhebung des pH Wertes in dem Speicherbehälter, oder in einem Behälter parallel zu dem Speicherbehälter, und

(Siebentens) eine Einrichtung zur ein, oder mehrmalige Wiederholung der Schritte (Erstens) bis (Sechstens)

Die Erfindung ist darüber hinaus durch folgende Ausführungsformen gekennzeichnet:

5

Ein Verfahren zur Behandlung und Kreislaufführung von Abwässern, dass die folgenden Schritte umfasst:

- 10 (a) getrennte Erfassung der Teilströme Grauwasser, oder einer oder mehrerer Teilströme davon, und Schwarzwasser oder Braunwasser und Gelbwasser, und
- (b) Fest-/Flüssigtrennung der in (a) getrennt erfassten Teilströme Schwarzwasser und/oder Braunwasser, und
- (c) Erste Entsalzung der aus (b) erhaltenen flüssigen Phasen aus Schwarzwasser, oder Braunwasser und/oder des in (a) getrennt erfassten Gelbwassers, und
- 15 (d) Zweite Entsalzung der aus (c) erhaltenen flüssigen Phasen, und
- (e) Oxidation von mindestens einer der aus (d) erhaltenen salzarmen Phasen aus Schwarzwasser und/oder Braunwasser, und
- 20 (f) Verwendung der flüssigen Phase aus (e) zur Erfassung von Schwarzwasser oder Braunwasser, und
- (g) Ein-, oder mehrmalige Wiederholung der Schritte (a) bis (f).

25 Ein Verfahren zur Behandlung und Kreislaufführung von Abwässern, dass die folgenden Schritte umfasst:

- (a) getrennte Erfassung der Teilströme Grauwasser, oder einer oder mehrerer Teilströme davon, und Schwarzwasser oder Braunwasser und Gelbwasser, und
- 30 (b) Fest-/Flüssigtrennung der in (a) getrennt erfassten Teilströme Schwarzwasser und/oder Braunwasser, und
- (c) Entsalzung der aus (b) erhaltenen flüssigen Phasen aus Schwarzwasser, oder Braunwasser und/oder des in (a) getrennt erfassten Gelbwassers, und
- (d) Oxidation von mindestens einer der aus (c) erhaltenen salzarmen Phasen aus Schwarzwasser und/oder Braunwasser, und
- 35 (e) Verwendung der flüssigen Phase aus (d) zur Erfassung von Schwarzwasser oder Braunwasser, und
- (f) Ein-, oder mehrmalige Wiederholung der Schritte (a) bis (e).

Ein Verfahren zur Behandlung und Kreislaufführung von Abwässern, dass die folgenden Schritte umfasst:

- (a) getrennte Erfassung der Teilströme Grauwasser, oder einer oder mehrerer Teilströme davon, und Schwarzwasser oder Braunwasser und Gelbwasser, und
- (b) Fest-/Flüssigtrennung der in (a) getrennt erfassten Teilströme Schwarzwasser und/oder Braunwasser, und
- 5 (c) Oxidation von mindestens einer der aus (b) erhaltenen flüssigen Phasen aus Schwarzwasser oder Braunwasser, und
- (d) Fest-/Flüssigtrennung mindestens eines der Produkte aus (c) aus getrennt erfassten Schwarzwasser und/oder Braunwasser, und
- 10 (e) UV-Oxidation der flüssigen Phase mindestens eines der Produkte aus (d) aus getrennt erfassten Schwarzwasser und/oder Braunwasser, und
- (f) Verwendung der flüssigen Phase aus (e) zur Erfassung von Schwarzwasser oder Braunwasser, und
- (g) Ein-, oder mehrmalige Wiederholung der Schritte (a) bis (f).

15 Ein Verfahren zur Behandlung und Kreislaufführung von Abwässern, dass die folgenden Schritte umfasst:

- (a) getrennte Erfassung der Teilströme Grauwasser, oder einer oder mehrerer Teilströme davon, und Schwarzwasser oder Braunwasser und Gelbwasser, und
- 20 (b) Kohlenstoffentfernung der in (a) getrennt erfassten Teilströme Grauwasser, oder einer oder mehrerer Teilströme davon, und
- (c) Membranfiltration der aus (b) erhaltenen flüssigen Phasen aus Grauwasser, oder einer oder mehrerer Teilströme davon, und
- (d) Entsalzung von mindestens einer der aus (c) erhaltenen flüssigen Phasen, und
- 25 (e) Oxidation von mindestens einer der aus (d) erhaltenen salzarmen Phasen, und
- (f) Verwendung der flüssigen Phase aus (e) zur Erfassung von Grauwasser, oder einer oder mehrerer Teilströme davon, und
- (g) Ein-, oder mehrmalige Wiederholung der Schritte (a) bis (f).

30 Ein (bevorzugtes) Verfahren, wobei der oben beschriebenen Verfahrensschritt (b) eine Ultra- oder Nanofiltration ist.

Ein (bevorzugtes) Verfahren, wobei der oben beschriebenen Verfahrensschritt (c) eine MAP-Fällung ist.

35 Ein (bevorzugtes) Verfahren, wobei zwischen den oben beschriebenen Verfahrensschritten (c) und (d) eine Zudosierung von Substanzen in fester oder flüssiger Form erfolgt.

Ein (bevorzugtes) Verfahren, wobei die oben beschriebene Zudosierung die Substanzen MgO und/oder Mg(OH)<sub>2</sub> und/oder Phosphor umfasst.

Ein (bevorzugtes) Verfahren, wobei die oben beschriebene Zudosierung mit stöchiometrischen Mengen erfolgt, die sich nach den Konzentrationen von Ammonium in der zu behandelnden Flüssigkeit richtet.

5 Ein (bevorzugtes) Verfahren, wobei die oben beschriebene zweite Entsalzung im Schritt (d) eine reverse Osmose ist.

Ein (bevorzugtes) Verfahren, wobei die oben beschriebenen Verfahrensschritte (c) und (d) in einem Behälter, oder in zwei hydraulisch nicht getrennten Behältern durchgeführt wird.

10 Ein (bevorzugtes) Verfahren, wobei die oben beschriebene Zudosierung der Substanzen sich nach der Menge von Ammonium richtet, die nötig ist, um in der Oxidation des Verfahrensschrittes (d) diejenige pH-Absenkung, die durch die Umwandlung von Ammonium zu Nitrat verursacht wird, zu ermöglichen, die das basische Millieu des Austrags aus Verfahrensschritt (c) neutralisiert.

15 Ein (bevorzugtes) Verfahren, wobei die oben beschriebene pH-Absenkung im Verfahrensschritt (d) durch Zugabe von Anionen erfolgt.

Ein (bevorzugtes) Verfahren, wobei die oben beschriebenen Anionen Nitrat umfassen.

Ein (bevorzugtes) Verfahren, wobei der oben beschriebene Verfahrensschritt (e) eine Aktivkohleabsorption und/oder Ozonisierung und/oder UV-Behandlung ist.

20 Ein (bevorzugtes) Verfahren, wobei der oben beschriebene Verfahrensschritt (e) eine UVC-Behandlung und/oder eine Ozonisierung ist.

Ein (bevorzugtes) Verfahren, wobei die oben beschriebenen Entsalzung in (c) keine Entsalzung ist, sondern eine Komplexierung der zweiwertigen Ionen mittels eines Komplexierungsmittels ist.

25 Ein (bevorzugtes) Verfahren, wobei das oben beschriebene Komplexierungsmittel Aminophosphonsäure umfasst.

Ein (bevorzugtes) Verfahren, wobei das oben beschriebene Komplexierungsmittel an jedem Punkt vor Schritt (e) zugegeben werden kann.

30 Ein Verfahren zur Behandlung und Kreislaufführung von Abwässern, dass die folgenden Schritte umfasst:

(a) getrennte Erfassung der Teilströme Grauwasser, oder einer oder mehrerer Teilströme davon, und Schwarzwasser oder Braunwasser und Gelbwasser, und

35 (b) Fest-/Flüssigtrennung der in (a) getrennt erfassten Teilströme Schwarzwasser und/oder Braunwasser, und

- (bi) Membranfiltration des in (a) getrennt erfassten Grauwassers, oder einer oder mehrerer Teilströme davon, und
- (c) Erste Entsalzung der aus (b) erhaltenen flüssigen Phasen aus Schwarzwasser, oder Braunwasser und/oder des in (a) getrennt erfassten Gelbwassers, und
- (d) Zweite Entsalzung der aus (c) erhaltenen flüssigen Phasen, und
- (e) Oxidation von mindestens einer der aus (d) erhaltenen salzarmen Phasen aus Schwarzwasser und/oder Braunwasser, und
- (f) Verwendung der flüssigen Phase aus (e) zur Erfassung von Schwarzwasser oder Braunwasser, und
- (g) Ein-, oder mehrmalige Wiederholung der Schritte (a) bis (f).

Ein Verfahren zur Behandlung und Kreislaufführung von Abwässern, dass die folgenden Schritte umfasst:

- (a) getrennte Erfassung der Teilströme Grauwasser, oder einer oder mehrerer Teilströme davon, und Schwarzwasser oder Braunwasser und Gelbwasser, und
- (b) Fest-/Flüssigtrennung der in (a) getrennt erfassten Teilströme Schwarzwasser und/oder Braunwasser, und
- (bi) Membranfiltration des in (a) getrennt erfassten Grauwassers, oder einer oder mehrerer Teilströme davon, und
- (c) Entsalzung der aus (b) erhaltenen flüssigen Phasen aus Schwarzwasser, oder Braunwasser und/oder des in (a) getrennt erfassten Gelbwassers, und
- (d) Oxidation von mindestens einer der aus (c) erhaltenen salzarmen Phasen aus Schwarzwasser und/oder Braunwasser, und
- (e) Verwendung der flüssigen Phase aus (d) zur Erfassung von Schwarzwasser oder Braunwasser, und
- (f) Ein-, oder mehrmalige Wiederholung der Schritte (a) bis (e).

Ein Verfahren zur Behandlung und Kreislaufführung von Abwässern, dass die folgenden Schritte umfasst:

- (a) getrennte Erfassung der Teilströme Grauwasser, oder einer oder mehrerer Teilströme davon, und Schwarzwasser oder Braunwasser und Gelbwasser, und
- (b) Fest-/Flüssigtrennung der in (a) getrennt erfassten Teilströme Schwarzwasser und/oder Braunwasser, und
- (bi) Membranfiltration des in (a) getrennt erfassten Grauwassers, oder einer oder mehrerer Teilströme davon, und
- (c) Oxidation von mindestens einer der aus (b) erhaltenen flüssigen Phasen aus Schwarzwasser oder Braunwasser, und
- (d) Fest-/Flüssigtrennung mindestens eines der Produkte aus (c) aus getrennt erfassten Schwarzwasser und/oder Braunwasser, und

- (e) UV-Oxidation der flüssigen Phase mindestens eines der Produkte aus (d) aus getrennt erfassten Schwarzwasser und/oder Braunwasser, und
- (f) Verwendung der flüssigen Phase aus (e) zur Erfassung von Schwarzwasser oder Braunwasser, und
- 5 (g) Ein-, oder mehrmalige Wiederholung der Schritte (a) bis (f).

Ein Verfahren zur Behandlung und Kreislaufführung von Abwässern, dass die folgenden Schritte umfasst:

- 10 (a) getrennte Erfassung der Teilströme Grauwasser, oder einer oder mehrerer Teilströme davon, und Schwarzwasser oder Braunwasser und Gelbwasser, und
- (b) Kohlenstoffentfernung der in (a) getrennt erfassten Teilströme Grauwasser, oder einer oder mehrerer Teilströme davon, und
  - (bi) Kreislaufprozessierung des in (a) getrennt erfassten Schwarzwassers oder Brauwassers mit, oder ohne Gelbwasser, und
- 15 (c) Membranfiltration der aus (b) erhaltenen flüssigen Phasen aus Grauwasser, oder einer oder mehrerer Teilströme davon, und
- (d) Entsalzung von mindestens einer der aus (c) erhaltenen flüssigen Phasen, und
- 20 (e) Oxidation von mindestens einer der aus (d) erhaltenen salzarmen Phasen, und
- (f) Verwendung der flüssigen Phase aus (e) zur Erfassung von Grauwasser, oder einer oder mehrerer Teilströme davon, und
- (g) Ein-, oder mehrmalige Wiederholung der Schritte (a) bis (f).

25 Ein Verfahren zur Zwischen-Speicherung von Schwarz- und/oder Braunwasser, dass die folgenden Schritte umfasst:

- (a) Ableitung einer wässrigen Flüssigkeit aus einem Speicherbehälter, und
- (b) Verwendung der Flüssigkeit zur Toilettenspülung, die die Erfassung von Fäkalien und/oder Urin umfassen kann, und
- (c) Behandlung der Flüssigkeit, und
- 30 (d) Zuleitung der Flüssigkeit zu dem Speicherbehälter, und
- (e) UVC Behandlung der Flüssigkeit in dem Speicherbehälter, und
- (f) ein-, oder mehrmalige Wiederholung der Schritte (a) bis (e)

Ein Verfahren zur Zwischen-Speicherung von Schwarz- und/oder Braunwasser, dass die folgenden Schritte umfasst:

- 35 a) Ableitung einer wässrigen Flüssigkeit aus einem Speicherbehälter, und
- b) Behandlung der Flüssigkeit, und
- c) Verwendung der Flüssigkeit zur Toilettenspülung, die die Erfassung von Fäkalien und/oder Urin umfassen kann, und



- d) Behandlung der Flüssigkeit, und
- e) Zuleitung der Flüssigkeit zu dem Speicherbehälter, und
- f) Anhebung des pH Wertes in dem Speicherbehälter, oder in einem Behälter parallel zu dem Speicherbehälter, und
- 5 g) ein, oder mehrmalige Wiederholung der Schritte (a) bis (f)

Eine Vorrichtung zur Behandlung und Kreislaufführung von Abwässern, dass die folgenden Einrichtungen umfasst:

- 10 (a) eine Einrichtung zur getrennten Erfassung der Teilströme Grauwasser, oder einer oder mehrerer Teilströme davon, und Schwarzwasser oder Braunwasser und Gelbwasser, und
- (b) eine Einrichtung zur Fest-/Flüssigtrennung der in (a) getrennt erfassten Teilströme Schwarzwasser und/oder Braunwasser, und
  - (bi) eine Einrichtung zur Membranfiltration des in (a) getrennt erfassten Grauwassers, oder einer oder mehrerer Teilströme davon, und
- 15 (c) eine Einrichtung zur ersten Entsalzung der aus (b) erhaltenen flüssigen Phasen aus Schwarzwasser, oder Braunwasser und/oder des in (a) getrennt erfassten Gelbwassers, und
- (d) eine Einrichtung zur zweiten Entsalzung der aus (c) erhaltenen flüssigen Phasen, und
- 20 (e) eine Einrichtung zur Oxidation von mindestens einer der aus (d) erhaltenen salzarmen Phasen aus Schwarzwasser und/oder Braunwasser, und
- (f) eine Einrichtung zur Verwendung der flüssigen Phase aus (e) zur Erfassung von Schwarzwasser oder Braunwasser, und
- 25 (g) eine Einrichtung zur ein-, oder mehrmaligen Wiederholung der Schritte (a) bis (f).

Eine Vorrichtung zur Behandlung und Kreislaufführung von Abwässern, dass die folgenden Einrichtungen umfasst:

- 30 (a) eine Einrichtung zur getrennten Erfassung der Teilströme Grauwasser, oder einer oder mehrerer Teilströme davon, und Schwarzwasser oder Braunwasser und Gelbwasser, und
- (b) eine Einrichtung zur Fest-/Flüssigtrennung der in (a) getrennt erfassten Teilströme Schwarzwasser und/oder Braunwasser, und
  - 35 (bi) eine Einrichtung zur Membranfiltration des in (a) getrennt erfassten Grauwassers, oder einer oder mehrerer Teilströme davon, und
- (c) eine Einrichtung zur Entsalzung der aus (b) erhaltenen flüssigen Phasen aus Schwarzwasser, oder Braunwasser und/oder des in (a) getrennt erfassten Gelbwassers, und
- 40 (d) eine Einrichtung zur Oxidation von mindestens einer der aus (c) erhaltenen salzarmen Phasen aus Schwarzwasser und/oder Braunwasser, und

- (e) eine Einrichtung zur Verwendung der flüssigen Phase aus (d) zur Erfassung von Schwarzwasser oder Braunwasser, und
  - (f) eine Einrichtung zur ein-, oder mehrmaligen Wiederholung der Schritte (a) bis (e).
- 5 Eine Vorrichtung zur Behandlung und Kreislaufführung von Abwässern, dass die folgenden Einrichtungen umfasst:
- (a) eine Einrichtung zur getrennten Erfassung der Teilströme Grauwasser, oder einer oder mehrerer Teilströme davon, und Schwarzwasser oder Braunwasser und Gelbwasser, und
  - 10 (b) eine Einrichtung zur Fest-/Flüssigtrennung der in (a) getrennt erfassten Teilströme Schwarzwasser und/oder Braunwasser, und
    - (bi) eine Einrichtung zur Membranfiltration des in (a) getrennt erfassten Grauwassers, oder einer oder mehrerer Teilströme davon, und
  - 15 (c) eine Einrichtung zur Oxidation von mindestens einer der aus (b) erhaltenen flüssigen Phasen aus Schwarzwasser oder Braunwasser, und
  - (d) eine Einrichtung zur Fest-/Flüssigtrennung mindestens eines der Produkte aus (c) aus getrennt erfassten Schwarzwasser und/oder Braunwasser, und
  - 20 (e) eine Einrichtung zur UV-Oxidation der flüssigen Phase mindestens eines der Produkte aus (d) aus getrennt erfassten Schwarzwasser und/oder Braunwasser, und
  - (f) eine Einrichtung zur Verwendung der flüssigen Phase aus (e) zur Erfassung von Schwarzwasser oder Braunwasser, und
  - 25 (g) eine Einrichtung zur ein-, oder mehrmaligen Wiederholung der Schritte (a) bis (f).

Eine Vorrichtung zur Behandlung und Kreislaufführung von Abwässern, dass die folgenden Einrichtungen umfasst:

- (a) eine Einrichtung zur getrennten Erfassung der Teilströme Grauwasser, oder einer oder mehrerer Teilströme davon, und Schwarzwasser oder Braunwasser und Gelbwasser, und
- 30 (b) eine Einrichtung zur Kohlenstoffentfernung der in (a) getrennt erfassten Teilströme Grauwasser, oder einer oder mehrerer Teilströme davon, und
  - (bi) eine Einrichtung zur Kreislaufprozessierung des in (a) getrennt erfassten Schwarzwassers oder Brauwassers mit, oder ohne Gelbwasser, und
- 35 (c) eine Einrichtung zur Membranfiltration der aus (b) erhaltenen flüssigen Phasen aus Grauwasser, oder einer oder mehrerer Teilströme davon, und
- (d) eine Einrichtung zur Entsalzung von mindestens einer der aus (c) erhaltenen flüssigen Phasen, und
- 40 (e) eine Einrichtung zur Oxidation von mindestens einer der aus (d) erhaltenen salzarmen Phasen, und

- (f) eine Einrichtung zur Verwendung der flüssigen Phase aus (e) zur Erfassung von Grauwasser, oder einer oder mehrerer Teilströme davon, und
- (g) eine Einrichtung zur ein-, oder mehrmaligen Wiederholung der Schritte (a) bis (f).

Eine Vorrichtung zur Behandlung und Kreislaufführung von Abwässern, dass die folgenden Einrichtungen umfasst:

- (a) eine Einrichtung zur getrennten Erfassung der Teilströme Grauwasser, oder einer oder mehrerer Teilströme davon, und Schwarzwasser oder Braunwasser und Gelbwasser, und
- (b) eine Einrichtung zur Fest-/Flüssigtrennung der in (a) getrennt erfassten Teilströme Schwarzwasser und/oder Braunwasser, und
- (c) eine Einrichtung zur ersten Entsalzung der aus (b) erhaltenen flüssigen Phasen aus Schwarzwasser, oder Braunwasser und/oder des in (a) getrennt erfassten Gelbwassers, und
- (d) eine Einrichtung zur zweiten Entsalzung der aus (c) erhaltenen flüssigen Phasen, und
- (e) eine Einrichtung zur Oxidation von mindestens einer der aus (d) erhaltenen salzarmen Phasen aus Schwarzwasser und/oder Braunwasser, und
- (f) eine Einrichtung zur Verwendung der flüssigen Phase aus (e) zur Erfassung von Schwarzwasser oder Braunwasser, und
- (g) eine Einrichtung zur ein-, oder mehrmaligen Wiederholung der Schritte (a) bis (f).

Eine Vorrichtung zur Behandlung und Kreislaufführung von Abwässern, dass die folgenden Einrichtungen umfasst:

- (a) eine Einrichtung zur getrennten Erfassung der Teilströme Grauwasser, oder einer oder mehrerer Teilströme davon, und Schwarzwasser oder Braunwasser und Gelbwasser, und
- (b) eine Einrichtung zur Fest-/Flüssigtrennung der in (a) getrennt erfassten Teilströme Schwarzwasser und/oder Braunwasser, und
- (c) eine Einrichtung zur Entsalzung der aus (b) erhaltenen flüssigen Phasen aus Schwarzwasser, oder Braunwasser und/oder des in (a) getrennt erfassten Gelbwassers, und
- (d) eine Einrichtung zur Oxidation von mindestens einer der aus (c) erhaltenen salzarmen Phasen aus Schwarzwasser und/oder Braunwasser, und
- (e) eine Einrichtung zur Verwendung der flüssigen Phase aus (d) zur Erfassung von Schwarzwasser oder Braunwasser, und
- (f) eine Einrichtung zur ein-, oder mehrmaligen Wiederholung der Schritte (a) bis (e).

Eine Vorrichtung zur Behandlung und Kreislaufführung von Abwässern, dass die folgenden Einrichtungen umfasst:

- 5 (a) eine Einrichtung zur getrennten Erfassung der Teilströme Grauwasser, oder einer oder mehrerer Teilströme davon, und Schwarzwasser oder Braunwasser und Gelbwasser, und
- (b) eine Einrichtung zur Fest-/Flüssigtrennung der in (a) getrennt erfassten Teilströme Schwarzwasser und/oder Braunwasser, und
- (c) eine Einrichtung zur Oxidation von mindestens einer der aus (b) erhaltenen flüssigen Phasen aus Schwarzwasser oder Braunwasser, und
- 10 (d) eine Einrichtung zur Fest-/Flüssigtrennung mindestens eines der Produkte aus (c) aus getrennt erfassten Schwarzwasser und/oder Braunwasser, und
- (e) eine Einrichtung zur UV-Oxidation der flüssigen Phase mindestens eines der Produkte aus (d) aus getrennt erfassten Schwarzwasser und/oder Braunwasser, und
- 15 (f) eine Einrichtung zur Verwendung der flüssigen Phase aus (e) zur Erfassung von Schwarzwasser oder Braunwasser, und
- (g) eine Einrichtung zur ein-, oder mehrmaligen Wiederholung der Schritte (a) bis (f).

20 Eine Vorrichtung zur Behandlung und Kreislaufführung von Abwässern, dass die folgenden Einrichtungen umfasst:

- (a) eine Einrichtung zur getrennten Erfassung der Teilströme Grauwasser, oder einer oder mehrerer Teilströme davon, und Schwarzwasser oder Braunwasser und Gelbwasser, und
- 25 (b) eine Einrichtung zur Kohlenstoffentfernung der in (a) getrennt erfassten Teilströme Grauwasser, oder einer oder mehrerer Teilströme davon, und
- (c) eine Einrichtung zur Membranfiltration der aus (b) erhaltenen flüssigen Phasen aus Grauwasser, oder einer oder mehrerer Teilströme davon, und
- 30 (d) eine Einrichtung zur Entsalzung von mindestens einer der aus (c) erhaltenen flüssigen Phasen, und
- (e) eine Einrichtung zur Oxidation von mindestens einer der aus (d) erhaltenen salzarmen Phasen, und
- (f) eine Einrichtung zur Verwendung der flüssigen Phase aus (e) zur Erfassung von Grauwasser, oder einer oder mehrerer Teilströme davon, und
- 35 (g) eine Einrichtung zur ein-, oder mehrmalige Wiederholung der Schritte (a) bis (f).

Eine Vorrichtung zur Zwischen-Speicherung von Schwarz- und/oder Braunwasser, dass die folgenden Einrichtungen umfasst:

- 40 (a) eine Einrichtung zur Ableitung einer wässrigen Flüssigkeit aus einem Speicherbehälter, und

- (b) eine Einrichtung zur Verwendung der Flüssigkeit zur Toilettenspülung, die die Erfassung von Fäkalien und/oder Urin umfassen kann, und
- (c) eine Einrichtung zur Behandlung der Flüssigkeit, und
- (d) eine Einrichtung zur Zuleitung der Flüssigkeit zu dem Speicherbehälter, und
- 5 (e) eine Einrichtung zur UVC Behandlung der Flüssigkeit in dem Speicherbehälter, und
- (f) eine Einrichtung zur ein, oder mehrmalige Wiederholung der Schritte (a) bis (e)

10 Eine Vorrichtung zur Zwischen-Speicherung von Schwarz- und/oder Braunwasser, dass die folgenden Einrichtungen umfasst:

- (a) eine Einrichtung zur Ableitung einer wässrigen Flüssigkeit aus einem Speicherbehälter, und
- (b) eine Einrichtung zur Behandlung der Flüssigkeit, und
- 15 (c) eine Einrichtung zur Verwendung der Flüssigkeit zur Toilettenspülung, die die Erfassung von Fäkalien und/oder Urin umfassen kann, und
- (d) eine Einrichtung zur Behandlung der Flüssigkeit, und
- (e) eine Einrichtung zur Zuleitung der Flüssigkeit zu dem Speicherbehälter, und
- (f) eine Einrichtung zur Anhebung des pH Wertes in dem Speicherbehälter, oder in einem Behälter parallel zu dem Speicherbehälter, und
- 20 (g) eine Einrichtung zur ein, oder mehrmalige Wiederholung der Schritte (a) bis (f)

Des weiteren betrifft die Erfindung in einer Ausführungsform ein Verfahren zur Extraktion von Nährstoffen aus Abwässern, dass die folgenden Schritte umfasst:

- 25 (a) getrennte Erfassung der Teilströme Schwarzwasser oder Braunwasser und Gelbwasser, und
- (b) Harnstoffspaltung in den Teilströmen Schwarzwasser oder Gelbwasser aus (a), und
- (c) Stickstoffentfernung aus den Produkten aus (b), und
- (d) Verwendung der flüssigen Phase aus (c) zur
- 30 (d.i) Erfassung von Schwarzwasser oder Braunwasser in (a), oder
- (d.ii) anderen Verwendungen, und

Vorzugsweise ist das verfahren dadurch gekennzeichnet, dass nach Schritt (d) eine ein-, oder mehrmalige Wiederholung der Schritte (a) bis (d) durchgeführt wird.

Weiter bevorzugt ist ein Verfahren, wobei die Stickstoffentfernung eine MAP-Fällung, 35 eine Strippung, oder eine Adsorption ist.

Eine alternative Ausführungsform betrifft ein Verfahren zur Behandlung und Kreislaufführung von Abwässern, dass die folgenden Schritte umfasst:

- (a) getrennte Erfassung der Teilströme Schwarzwasser und/oder Braunwasser und Gelbwasser, und
- 5 (b) Fest-/Flüssigtrennung der in (a) getrennt erfassten Teilströme Schwarzwasser und/oder Braunwasser, und
- (c) Harnstoffspaltung in den Teilströmen Gelbwasser aus (a) und/oder der flüssigen Phase von Schwarzwasser aus (b), und
- (d) MAP-Fällung in den Produkten aus (c), und
- 10 (e) Oxidation der flüssigen Phasen aus (d), und
- (f) Verwendung der flüssigen Phase aus (e) zur
  - (f.i) Erfassung von Schwarzwasser oder Braunwasser in (a), oder
  - (f.ii) anderen Verwendungen, und
- (g) ein-, oder mehrmalige Wiederholung der Schritte (a) bis (f).

- 15 Vorzugsweise ist das Verfahren dadurch gekennzeichnet, dass die MAP-Fällung eine Strippung, oder eine Adsorption ist.

Alternativ betrifft die Erfindung eine Vorrichtung zur Extraktion von Nährstoffen aus Abwässern, dass die folgenden Einrichtungen umfasst:

- 20 (a) eine Einrichtung zur getrennten Erfassung der Teilströme Schwarzwasser oder Braunwasser und Gelbwasser, und
- (b) eine Einrichtung zur Harnstoffspaltung in den Teilströmen Schwarzwasser oder Gelbwasser aus (a), und
- (c) eine Einrichtung zur MAP-Fällung in den Produkten aus (b), und
- (d) eine Einrichtung zur Verwendung der flüssigen Phase aus (e) zur
- 25 (d.i) Erfassung von Schwarzwasser oder Braunwasser in (a), oder
- (d.ii) anderen Verwendungen, und

Vorzugsweise ist die Vorrichtung dadurch gekennzeichnet, dass die Vorrichtung eine Einrichtung zur ein-, oder mehrmaligen Wiederholung der Schritte (a) bis (d) umfasst.

- Eine alternative Ausführungsform der Erfindung betrifft eine Vorrichtung zur
- 30 Behandlung und Kreislaufführung von Abwässern, dass die folgenden Einrichtungen umfasst:

- (a) eine Einrichtung zur getrennten Erfassung der Teilströme Schwarzwasser und/oder Braunwasser und Gelbwasser, und

- (b) eine Einrichtung zur Fest-/Flüssigtrennung der in (a) getrennt erfassten Teilströme Schwarzwasser und/oder Braunwasser, und
- (c) eine Einrichtung zur Harnstoffspaltung in den Teilströmen Gelbwasser aus (a) und/oder der flüssigen Phase von Schwarzwasser aus (b), und
- 5 (d) eine Einrichtung zur MAP-Fällung in den Produkten aus (c), und
- (e) eine Einrichtung zur Oxidation der flüssigen Phasen aus (d), und
- (f) eine Einrichtung zur Verwendung der flüssigen Phase aus (e) zur
  - (d.iii) Erfassung von Schwarzwasser oder Braunwasser in (a), oder
  - (d.iv) anderen Verwendungen, und
- 10 (g) eine Einrichtung zur ein-, oder mehrmaligen Wiederholung der Schritte (a) bis (f).

Insbesondere ist die Erfindung gekennzeichnet durch die folgenden Ausführungsformen:

- 15 Eine Verfahren zur Behandlung und Kreislaufführung von Abwässern, dass die folgenden Schritte umfasst:
- (a) getrennte Erfassung der Teilströme Grauwasser, oder einer oder mehrerer Teilströme davon und Schwarzwasser oder Braunwasser und Gelbwasser, und
  - 20 (b) Entsalzung eines Teils, oder des Gesamtstroms mindestens von einem der getrennt erfassten Teilströme aus (a), und
  - (c) Verwendung der entsalzten flüssigen Phase aus (b) zu
    - (c.i) Erfassung von Schwarzwasser oder Braunwasser und/oder Gelbwasser in (a), oder
    - 25 (c.ii) anderen Verwendungen, und
  - (d) ein-, oder mehrmalige Wiederholung der Schritte (a) bis (c).

Vorzugsweise umfasst die Entsalzung im Verfahrensschritt (b) eine Ureolyse. Darüber hinaus bevorzugt umfasst die Entsalzung im Verfahrensschritt (b) die folgenden Verfahrensschritte:

- 30 (b.a) Ureolyse, und
- (b.b) Entfernung der Nährstoffsalze.

Ebenso bevorzugt ist ein Verfahren, wobei die Entsalzung in Schritt (b), sowie die Entfernung der Nährstoffsalze in Schritt (b.b) eine MAP-Fällung ist.

Weiter bevorzugt ist ein Verfahren, wobei nach der Entsalzung im Schritt (b)

folgender Verfahrensschritt durchgeführt wird:

(c) zweite Entsalzung

Vorzugsweise umfasst die zweite Entsalzung die einwertigen anorganischen Salze.

Ebenso bevorzugt ist ein Verfahren, wobei vor dem Schritt (b) folgender Schritt  
5 durchgeführt wird:

(a.i) Fest-/Flüssigtrennung der in (a) getrennt erfassten Teilströme Schwarzwasser  
und/oder Braunwasser

Ebenso bevorzugt ist ein Verfahren, wobei nach dem Schritt (b) folgender Schritt  
durchgeführt wird:

10 (b.i) Oxidation von mindestens einer der aus (b) erhaltenen salzarmen Phasen aus  
Schwarzwasser und/oder Braunwasser.

Ebenso bevorzugt ist ein Verfahren, wobei nach dem Schritt (b.i) folgender Schritt  
durchgeführt wird:

(b.ii) Fest-/Flüssigtrennung mindestens eines der Produkte aus (b.i) aus getrennt  
15 erfassten Schwarzwasser und/oder Braunwasser

Ebenso bevorzugt ist ein Verfahren, wobei nach dem Schritt (b.ii) folgender Schritt  
durchgeführt wird:

(b.iii) UV-Oxidation der flüssigen Phase mindestens eines der Produkte aus (b.ii) aus  
getrennt erfassten Schwarzwasser und/oder Braunwasser

20 Ebenso bevorzugt ist ein Verfahren, wobei Verfahrensschritt (b) eine Ultra- oder  
Nanofiltration ist.

Ebenso bevorzugt ist ein Verfahren, wobei zwischen (b.a) und (b.b) eine  
Zudosierung von Substanzen in fester oder flüssiger Form erfolgt.

Ebenso bevorzugt ist ein Verfahren, wobei die Zudosierung das Alkali KOH,  
25 und/oder die Substanzen,  $\text{Mg}(\text{CH}_3\text{COO})_2$  und/oder  $\text{Mg}(\text{COO})_2$  und/oder  
Kaliumphosphatverbindungen mit, und/oder ohne Wasserstoff umfasst.

Ebenso bevorzugt ist ein Verfahren, wobei die Zudosierung mit stöchiometrischen  
Mengen erfolgt, die sich nach den Konzentrationen von Ammonium in der zu  
behandelnden Flüssigkeit richtet.

30 Ebenso bevorzugt ist ein Verfahren, wobei die Zudosierung der Substanzen sich  
nach der Menge von Ammonium richtet, die nötig ist, um in der Oxidation des  
Verfahrensschrittes (b.i) diejenige pH-Absenkung, die durch die Umwandlung von  
Ammonium zu Nitrat verursacht wird, zu ermöglichen, die das basische Milieu des  
Austrags aus Verfahrensschritt (b) neutralisiert.



Ebenso bevorzugt ist ein Verfahren, wobei die zweite Entsalzung im Schritt (c) eine reverse Osmose ist.

Ebenso bevorzugt ist ein Verfahren, wobei die Verfahrensschritte (b) und (c) in einem Behälter, oder in zwei hydraulisch nicht getrennten Behältern durchgeführt wird.

- 5 Ebenso bevorzugt ist ein Verfahren, wobei der Verfahrensschritt (b.iii) eine Aktivkohleadsorption und/oder Ozonisierung und/oder UV-Behandlung ist.

Ebenso bevorzugt ist ein Verfahren, wobei die Entsalzung eine Komplexierung der zweiwertigen Ionen mittels eines Komplexierungsmittels ist.

- 10 Ebenso bevorzugt ist ein Verfahren, wobei das Komplexierungsmittel Aminophosphonsäure umfasst.

Ebenso bevorzugt ist ein Verfahren, wobei das Komplexierungsmittel an jedem Punkt vor Schritt (b) zugegeben werden kann.

- 15 Ebenso bevorzugt ist ein Verfahren, wobei das Verfahren parallel zu einem, mehreren oder allen vorstehenden Verfahrensschritten folgende Verfahrensschritte umfasst:

- (i) getrennte Erfassung der Teilströme Grauwasser, oder einer oder mehrerer Teilströme davon, und Schwarzwasser oder Braunwasser und Gelbwasser, und
- (ii) Membranfiltration des in (i) getrennt erfassten Grauwassers, oder einer oder mehrerer Teilströme davon.

- 20 Ebenso bevorzugt ist ein Verfahren, wobei das Verfahren parallel zu einem, mehreren oder allen vorstehenden Verfahrensschritten folgende Verfahrensschritte umfasst:

- (iii) Kohlenstoffentfernung der in (i) getrennt erfassten Teilströme Grauwasser, oder einer oder mehrerer Teilströme davon, vor oder nach (ii).

- 25 Die Erfindung umfasst des weiteren ein Verfahren, das gegebenenfalls zusätzlich zu den oben beschriebenen Verfahrensschritten die folgenden Schritte umfasst:

- (a) Ableitung einer wässrigen Flüssigkeit aus einem Speicherbehälter, und
- (b) Verwendung der Flüssigkeit zur Toilettenspülung, die die Erfassung von Fäkalien und/oder Urin umfassen kann, und
- 30 (c) Behandlung der Flüssigkeit, und
- (d) Zuleitung der Flüssigkeit zu dem Speicherbehälter, und
- (e) UVC Behandlung der Flüssigkeit in dem Speicherbehälter, und
- (f) ein, oder mehrmalige Wiederholung der Schritte (a) bis (e)

Die Erfindung umfasst des weiteren ein Verfahren, das gegebenenfalls zusätzlich zu

den oben beschriebenen Verfahrensschritten die folgenden Schritte umfasst:

- (a) Ableitung einer wässrigen Flüssigkeit aus einem Speicherbehälter, und
- (b) Behandlung der Flüssigkeit, und
- (c) Verwendung der Flüssigkeit zur Toilettenspülung, die die Erfassung von Fäkalien und/oder Urin umfassen kann, und
- (d) Behandlung der Flüssigkeit, und
- (e) Zuleitung der Flüssigkeit zu dem Speicherbehälter, und
- (f) Anhebung des pH Wertes in dem Speicherbehälter, oder in einem Behälter parallel zu dem Speicherbehälter, und
- (g) ein, oder mehrmalige Wiederholung der Schritte (a) bis (f)

Eine alternative Ausführungsform der Erfindung betrifft eine Vorrichtung zur Behandlung und Kreislaufführung von Abwässern, dass die folgenden Einrichtungen umfasst:

- (a) eine Einrichtung zur getrennte Erfassung der Teilströme Schwarzwasser oder Braunwasser und Gelbwasser, und
- (b) eine Einrichtung zur Entsalzung eines Teils, oder des Gesamtstroms mindestens von einem der getrennt erfassten Teilströme aus (a), und
- (c) eine Einrichtung zur Verwendung der entsalzten flüssigen Phase aus (b) zur
  - (c.i) Erfassung von Schwarzwasser oder Braunwasser und/oder Gelbwasser in (a), oder
  - (c.ii) anderen Verwendungen, und
- (d) eine Einrichtung zur ein-, oder mehrmalige Wiederholung der Schritte (a) bis (c).

Erfindungsgemäß ist eine Vorrichtung bevorzugt, wobei die Einrichtung zur Entsalzung in (b) eine Einrichtung zur Ureolyse umfasst.

Weiter bevorzugt ist eine Vorrichtung, wobei die Einrichtung zur Entsalzung in (b) die folgenden Einrichtungen umfasst:

- (b.a) eine Einrichtung zur Ureolyse, und
- (b.b) eine Einrichtung zur Entfernung der Nährstoffsalze.

Weiter bevorzugt ist eine Vorrichtung, wobei die Einrichtung zur Entsalzung in (b), sowie die Einrichtung zur Entfernung der Nährstoffsalze in (b.b), eine Einrichtung zur MAP-Fällung ist.

Weiter bevorzugt ist eine Vorrichtung, die nach der Einrichtung zur Entsalzung in (b)

folgende Einrichtung umfasst:

(c) eine Einrichtung zur zweiten Entsalzung

Weiter bevorzugt ist eine Vorrichtung, wobei die Einrichtung zur zweiten Entsalzung die eine Einrichtung zur Entfernung einwertiger anorganischen Salze umfasst.

5 Weiter bevorzugt ist eine Vorrichtung, die vor der Einrichtung (b) folgender Einrichtung umfasst:

(a.i) eine Einrichtung zur Fest-/Flüssigtrennung der in (a) getrennt erfassten Teilströme Schwarzwasser und/oder Braunwasser

10 Weiter bevorzugt ist eine Vorrichtung, die nach der Einrichtung (b) folgende Einrichtung umfasst:

(b.i) eine Einrichtung zur Oxidation von mindestens einer der aus (b) erhaltenen salzarmen Phasen aus Schwarzwasser und/oder Braunwasser.

15 Weiter bevorzugt ist eine Vorrichtung, die nach der Einrichtung (b.i) folgende Einrichtung umfasst:

(b.ii) eine Einrichtung zur Fest-/Flüssigtrennung mindestens eines der Produkte aus (b.i) aus getrennt erfassten Schwarzwasser und/oder Braunwasser

20 Weiter bevorzugt ist eine Vorrichtung, die nach der Einrichtung (b.ii) folgende Einrichtung umfasst:

(b.iii) eine Einrichtung zur UV-Oxidation der flüssigen Phase mindestens eines der Produkte aus (b.ii) aus getrennt erfassten Schwarzwasser und/oder Braunwasser

25 Weiter bevorzugt ist eine Vorrichtung, wobei die Einrichtung (b) eine Ultra- oder Nanofiltration ist.

Weiter bevorzugt ist eine Vorrichtung, wobei zwischen den Einrichtungen (b.a) und (b.b) eine Einrichtung zur Zudosierung von Substanzen in fester oder flüssiger Form ist.

30 Weiter bevorzugt ist eine Vorrichtung, wobei die Einrichtung zur Zudosierung das Alkali KOH, und/oder die Substanzen,  $Mg(CH_3COO)_2$  und/oder  $Mg(COO)_2$  und/oder Kaliumphosphatverbindungen mit, und/oder ohne Wasserstoff umfasst.

Weiter bevorzugt ist eine Vorrichtung, wobei die Einrichtung zur Zudosierung gemäß stöchiometrischen Mengen gesteuert wird, die sich nach den Konzentrationen von Ammonium in der zu behandelnden Flüssigkeit richtet.

Weiter bevorzugt ist eine Vorrichtung, wobei die Einrichtung zur Zudosierung der Substanzen nach derjenigen Menge von Ammonium gesteuert wird, die nötig ist, um in der Oxidation des Verfahrensschrittes (b.i) diejenige pH-Absenkung, die durch die Umwandlung von Ammonium zu Nitrat verursacht wird, zu ermöglichen, die das basische Millieu des Austrags aus Verfahrensschritt (b) neutralisiert.

Weiter bevorzugt ist eine Vorrichtung, wobei die zweite Einrichtung zur Entsalzung im Schritt (c) eine reverse Osmose ist.

Weiter bevorzugt ist eine Vorrichtung, wobei die Einrichtungen (b) und (c) einen Behälter, oder zwei hydraulisch nicht getrennte Behälter umfassen.

10 Weiter bevorzugt ist eine Vorrichtung, wobei die Einrichtung (b.iii) eine Einrichtung zur Aktivkohleabsorption und/oder Ozonisierung und/oder UV-Behandlung ist.

Weiter bevorzugt ist eine Vorrichtung, wobei die Einrichtung zur Entsalzung in (b) eine Einrichtung zur Komplexierung der zweiwertigen Ionen mittels eines Komplexierungsmittels ist.

15 Weiter bevorzugt ist eine Vorrichtung, wobei die Einrichtung zur Komplexierung das Komplexierungsmittel Aminophosphonsäure umfasst.

Weiter bevorzugt ist eine Vorrichtung, wobei das Komplexierungsmittel an jedem Punkt vor Einrichtung (b) mit einer Einrichtung zur Zudosierung zugegeben werden kann.

20 Weiter bevorzugt ist eine Vorrichtung, wobei die Vorrichtung parallel zu einem, mehreren oder allen vorstehenden Einrichtungen folgende Einrichtungen umfasst:

- (i) eine Einrichtung zur getrennte Erfassung der Teilströme Grauwasser, oder einer oder mehrerer Teilströme davon, und Schwarzwasser oder Braunwasser und Gelbwasser, und
- 25 (ii) eine Einrichtung zur Membranfiltration des in (i) getrennt erfassten Grauwassers, oder einer oder mehrerer Teilströme davon.

Weiter bevorzugt ist eine Vorrichtung, wobei die Vorrichtung parallel zu einem, mehreren oder allen vorstehenden Einrichtungen folgende Einrichtungen umfasst:

- (iii) eine Einrichtung zur Kohlenstoffentfernung der in (i) getrennt erfassten Teilströme Grauwasser, oder einer oder mehrerer Teilströme davon, vor
- 30 oder nach (ii).

Weiter bevorzugt ist eine Vorrichtung, welche die folgenden Einrichtungen umfasst:

- (a) eine Einrichtung zur Ableitung einer wässrigen Flüssigkeit aus einem Speicherbehälter, und

- (b) eine Einrichtung zur Verwendung der Flüssigkeit zur Toilettenspülung, die die Erfassung von Fäkalien und/oder Urin umfassen kann, und
  - (c) eine Einrichtung zur Behandlung der Flüssigkeit, und
  - (d) eine Einrichtung zur Zuleitung der Flüssigkeit zu dem Speicherbehälter, und
  - (e) eine Einrichtung zur UVC Behandlung der Flüssigkeit in dem Speicherbehälter, und
  - (f) eine Einrichtung zur ein, oder mehrmalige Wiederholung der Schritte (a) bis (e)
- 10 Weiter bevorzugt ist eine Vorrichtung, welche die folgenden Einrichtungen umfasst:
- (a) eine Einrichtung zur Ableitung einer wässrigen Flüssigkeit aus einem Speicherbehälter, und
  - (b) eine Einrichtung zur Behandlung der Flüssigkeit, und
  - (c) eine Einrichtung zur Verwendung der Flüssigkeit zur Toilettenspülung, die
  - (d) eine Einrichtung zur Behandlung der Flüssigkeit, und
  - (e) eine Einrichtung zur Zuleitung der Flüssigkeit zu dem Speicherbehälter, und
  - (f) eine Einrichtung zur Anhebung des pH Wertes in dem Speicherbehälter, oder in einem Behälter parallel zu dem Speicherbehälter, und
  - (g) eine Einrichtung zur ein, oder mehrmalige Wiederholung der Schritte (a) bis (f)

Das erfindungsgemäße Verfahren soll nun in besonders bevorzugten Ausführungsformen anhand der beispielhaften Abbildungen erläutert werden.

#### Figur 1

Figur 1 zeigt das Verfahren zur Rückgewinnung von Nährstoffen aus Toilettenabwässern.

- (1) zeigt die Ableitung des Toilettenspülwassers
- (2) zeigt die Zuleitung zur Ureolyse. Vorzugsweise ist der Ureolysereaktor ein Festbettreaktor, in dem die ureolytischen Bakterien aufwachsen können. Gleichzeitig kann der Ureolysereaktor besonders vorzugsweise eine Doppelfunktion als Vorlagebehälter für die Oxidationsstufe mit Membranfiltration aufweisen.

- (3) zeigt die Zuleitung in den Ureolysereaktor von Urin aus Urinalen, und/oder aus dem Urinabgang von Urinseparationstoiletten.
- (4) zeigt die Zuleitung zur MAP Fällung. Das ausgefallene MAP scheidet sich vorzugsweise durch Sedimentation ab, und kann dann abgezogen werden.
- 5 (5) zeigt die Zudosierung von Substanzen. Diese können besonders vorzugsweise KOH zur pH-Anhebung, aber auch Mg und PO<sub>4</sub> Salze umfassen, um das stöchiometrische Übergewicht von NH<sub>4</sub> auszugleichen, und damit die MAP Ausbeute zu erhöhen.
- (6) zeigt den Austrag von MAP aus dem MAP Reaktor.
- 10 (7) zeigt die Zuleitung von der nährstoffarmen Flüssigkeit in den in die Toiletten zur Erfassung von Schwarz- und/oder Braunwasser.

## Figur 2

15 Figur 2 zeigt das Verfahren zur Rückgewinnung von Nährstoffen aus Toilettenabwässern, sowie die Wiederverwendung der Toilettenabwässern zur Toilettenspülung.

- (1) zeigt die Ableitung des Toilettenspülwassers
- (2) zeigt die Zuleitung zur Einrichtung zur Fest/Flüssigtrennung.
- 20 (3) zeigt die Zuleitung zur Ureolyse. Vorzugsweise ist der Ureolysereaktor ein belüfteter Festbettreaktor, in dem die ureolytischen Bakterien aufwachsen können. Gleichzeitig kann der Ureolysereaktor besonders vorzugsweise eine Doppelfunktion als Vorlagebehälter für die Oxidationsstufe mit Membranfiltration aufweisen.
- (4) zeigt die Zuleitung zur MAP Fällung. Das ausgefallene MAP scheidet sich vorzugsweise durch Sedimentation ab, und kann dann abgezogen werden.
- 25 (5) zeigt die Zuleitung von der nährstoffarmen Flüssigkeit in den Oxidationsreaktor.
- (6) zeigt die Rückführung des behandelten Wassers zur Toilettenspülung.
- (7) zeigt die Zuleitung in den Ureolysereaktor von Urin aus Urinalen, und/oder aus dem Urinabgang von Urinseparationstoiletten.
- 30 (8) zeigt den Austrag von Feststoffen aus der Fest/Flüssigtrennung.
- (9) zeigt die Zudosierung von Substanzen. Diese können besonders vorzugsweise KOH zur pH-Anhebung, aber auch Mg und PO<sub>4</sub> Salze umfassen, um das stöchiometrische Übergewicht von NH<sub>4</sub> auszugleichen, und damit die MAP Ausbeute zu erhöhen.
- 35 (10) zeigt den Austrag von MAP aus dem MAP Reaktor.
- (11) zeigt die Zuleitung des behandelten Wassers zu anderen Verwendungszwecken.

## Figur 3

40 Figur 1 zeigt den Schwarzwasserkreislauf für mobile Einrichtungen in einer besonders bevorzugten Ausführungsform des erfindungsgemäßen Verfahrens. (1) zeigt die Ableitung des Toilettenspülwassers.

- (2) zeigt die Membranfiltration des Toilettenspülwassers mit Abscheidung der Feststoffe (11).
- (3) zeigt die Zuführung zu der Entsalzungseinrichtung 1, in der die zweiwertigen Salze und/oder Nährstoffsalze entfernt werden mit Abtrennung der Salze (12). Vorzugsweise im Fall einer gezielten MAP-, oder Struvit-Fällung zeigt (7) die Zudosierung von einer Base zur Anhebung des pH-Werts. Durch eine pH Anhebung wird die Löslichkeit von MAP verringert, und MAP kristallisiert aus. Die Zudosierung (7) kann auch unter stöchiometrischer Zugabe von Magnesium und Phosphat erfolgen, da Stickstoff aus menschlichen Ausscheidungen im Überschuss vorhanden ist. Dann umfasst die Dosierung vorzugsweise MgO und/oder  $Mg(OH)_2$  und/oder Phosphat.
- (4) zeigt die Zuleitung zur Entsalzungseinrichtung 2, vorzugsweise nach dem Revers-Osmose Verfahren, mit Abtrennung des salzhaltigen Konzentrats (13). Hier werden auch die einwertigen Salze entfernt. Die Entsalzung und/oder Zudosierung kann sich zur MAP-Fällung auch eine Aufkonzentrierung zunutze machen, da die Fällung auch durch Aufkonzentrierung erreicht werden kann. In diesem Fall finden die Verfahrensschritte (3) und (4) in einem Schritt statt, wobei hier auch eine stöchiometrische Zudosierung erfolgen kann, um die Ausbeute an MAP zu steigern.
- (5) zeigt die Zuleitung in eine Oxidationsvorrichtung mit Austrag von Gasen oder in anderer Form (14). In biologischen Reaktoren werden zuerst die schwachpolaren, niedermolekularen und leicht abbaubaren Stoffe abgebaut. In diesem Verfahren haben diese Stoffe die Möglichkeit, die Membranfiltration (Ultrafiltration), die MAP-Fällung und die Entsalzung 2 (Reverse Osmose) zu passieren, da hier kein biologischer Abbau gezielt vorgesehen ist. Daher ist hier eine Oxidation nachgeschaltet, um diese Stoffe aus dem Toilettenspülwasser zu entfernen. Die Oxidation geschieht hier vorzugsweise durch chemische und/oder physikalische Verfahren. Die Entfernung dieser Stoffe kann aber auch durch andere Verfahren und ohne Oxidation, wie z.B. Adsorption (Aktivkohle) geschehen.
- (6) zeigt die Zuleitung des behandelten Toilettenspülwassers zur Wiederverwendung als Toilettenspülwasser. Hier können ein, oder mehrere Verfahren beispielsweise zur Hygienisierung (UV) zwischengeschaltet sein.
- (8) zeigt die Verfahrensvariante unter dem Einsatz von Urin-Trenntoiletten. Hier wird der vorzugsweise unverdünnte Urin vom Toilettenspülwasser mit Fäkalien getrennt erfasst und abgeleitet und der Entsalzungsvorrichtung zugeführt, und gemäß Verfahrensschritt Entsalzungsvorrichtung 2 (3) behandelt.
- (9) zeigt den Verfahrensschritt für Braunwasser, dass in diesem Fall auch nach der Membranfiltration direkt der Oxidationsvorrichtung zugeführt werden kann.

#### 40 **Figur 4**

Figur 2 zeigt die Abtrennung der Salze für stationäre Einheiten in einer besonders bevorzugten Ausführungsform des erfindungsgemäßen Verfahrens.

- (1) zeigt die Ableitung des Schwarz-, oder Braunwassers.
- (2) zeigt die Zuleitung zur Fest/Flüssigtrennung, vorzugsweise einer Filtration, mit Abtrennung der Feststoffe (9).

- (3) zeigt die Zuleitung der der Flüssigkeit zur Entsalzungseinrichtung. In einer besonders bevorzugten Ausführungsform umfasst das erfindungsgemäße Verfahren ein Verfahren zum Ausfällen der Nährstoffsalze als MAP. Die unerwarteten Vorteile liegen hier bei einem deutlich vermindertem Belüftungs-, und damit Energiebedarf eines nachgeschalteten Oxidationsschrittes (4), wenn dieser auf einer biologischen Oxidation beruht. Ein weiterer unerwarteter Vorteil gegenüber PCT/EP98/03316 liegt hier in der Erfassung der Nährstoffe als MAP, in der der Stickstoff in reduzierter Form als  $\text{NH}_4^+$  vorliegt.  $\text{NH}_4^+$  hat sehr viel bessere Adsorptionseigenschaften als  $\text{NO}_3$ , und führt somit weniger zur Nitratauswaschung aus den damit gedüngten Böden in die Grundwasserkörper.
- (6) zeigt die Zudosierung von Base mit Austrag der Salze (10). Auch hier kann die pH-Anhebung mittels  $\text{MgO}$  und/oder  $\text{Mg}(\text{OH})_2$  und oder einer stöchiometrischen Zugabe von P und Mg erfolgen. Die pH-Absenkung steht in einer Wechselbeziehung mit der nachgeschalteten, vorzugsweise biologischen Oxidationsvorrichtung.
- (4) zeigt die Zuleitung der entsalzten Flüssigkeit zu einer Oxidationsvorrichtung mit Austrag von Gasen (11). Wenn keine stöchiometrische MAP-Fällung erfolgt, verbleibt gelöstes Ammonium in der Eintragslösung. In einer biologischen Oxidationsvorrichtung bewirkt die Oxidation eine Umwandlung von  $\text{NH}_4^+$  zu  $\text{NO}_3^-$ , und damit eine Absenkung des pH-Wertes. Aus der MAP-Fällung kommt eine wässrige Lösung mit einem pH-Wert um 9. In einer besonders bevorzugten Ausführungsform des erfindungsgemäßen Verfahrens entspricht die pH-Absenkung der Oxidationsvorrichtung genau derjenigen, die zur Neutralisierung der basischen Lösung aus der MAP-Fällung benötigt wird. Für die Steuerung des Verfahrens bedeutet das, dass nur so viel Stickstoff in der MAP-Fällung ausgefällt wird, dass genügend Stickstoff zur Neutralisation des abgesenkten pH-Wertes in der Flüssigkeit verbleibt.
- Wird durch die MAP-Fällung der gesamte Stickstoff mittels stöchiometrischer Zudosierung aus dem Schwarzwasser, bzw. Urin entfernt, verbleibt kein Stickstoff mehr zur pH-Absenkung in der Oxidationsvorrichtung. Das hat zur Folge, dass der Austrag ebenfalls basisch ist. Dadurch kommt es letztlich zum Spülen der Toilette mit einer basischen Flüssigkeit, was ein unkontrolliertes Ausfallen von MAP in den die Komponenten Toilette, Fallrohr und Fest/Flüssigtrennung umfassenden Vorrichtungen hervorrufen kann. Diese Nachteile werden mit dem erfindungsgemäßen Verfahren beseitigt.

#### Figur 5

Ein weiterer Nachteil von PCT/EP98/03316 ist die unspezifizierte chemische und/oder physikalische Behandlung des Austrags aus der Oxidationsvorrichtung der Schwarz-, oder Braunwasserbehandlung. Diese Anmeldung lehrt die Anwendung einer UVC Oxidation (um 185 nm) nach der Oxidation, um die Spülflüssigkeit zu entfärben. Mit UVC lassen sich die Gallenfarbstoffe dauerhaft zerstören. Figur 3 zeigt die Einbettung der UVC Oxidation in das Kreislaufverfahren in einer besonders bevorzugten Ausführungsform des erfindungsgemäßen Verfahrens.

- (1) zeigt die Ableitung des Schwarz-, oder Braunwassers.
- (2) zeigt die Zuleitung zur Fest/Flüssigtrennung, vorzugsweise einer Filtration, mit Abtrennung der Feststoffe (8).



- (3) zeigt die Zuleitung der der Flüssigkeit zur Oxidationsvorrichtung mit Austrag der Gase (9). Diese kann chemischer (Ozonisierung) oder besonders vorzugsweise biologischer Natur sein.
- 5 (4) zeigt die Zuleitung der oxidierten Flüssigkeit Vorrichtung zur Fest/Flüssigtrennung mit Austrag von Feststoffen (10). In einer besonders bevorzugten Ausführungsform ist es eine Membranfiltration.
- 10 (5) zeigt die Zuleitung der flüssigen Fraktion aus (4) in die UVC Oxidationsvorrichtung. Hier werden die Gallenfarbstoffe durch die harte und kurzwellige UV-Strahlung aufgebrochen, und oxidiert. Eine Rückfärbung, wie sie mit UV-Bestrahlung mit um die 260 nm beobachtet werden kann, findet hier nicht statt. Auch hier können Gase (11) entweichen.
- (6) zeigt die Zuleitung der entfärbten Flüssigkeit zur Wiederverwendung als Toilettenspülwasser.
- 15 (7) zeigt die Verfahrensvariante unter dem Einsatz von Urin-Trenntoiletten. Urin braucht nicht einer Fest/Flüssigtrennung unterzogen werden, sondern kann direkt der Oxidationsstufe zugeführt werden.

#### Figur 6

Ein weiterer Nachteil von PCT/EP98/03316 ist die biologische Oxidation von Grauwasser. Dieses Verfahren ist ungeeignet für den Einsatz in mobilen Einheiten, da die Retentionszeit lange, und daher große Volumina zu transportieren sind. Diese Anmeldung lehrt die Anwendung einer chemischen Behandlung von Grauwasser die die Entfernung von Kohlenstoff umfasst.

- (1) zeigt die Ableitung des Grauwassers.
- 25 (2) zeigt die Zuleitung zur Vorrichtung zur Kohlenstoffentfernung, die vorzugsweise eine Fällung ist.
- (3) zeigt die Zuleitung der der Flüssigkeit zur Membranfiltration mit Austrag der Feststoffe (8). Diese ist vorzugsweise eine Nanofiltration, da mittels Nanofiltration auch die zweiwertigen Ionen zurückgehalten werden können.
- 30 (4) zeigt die Zuleitung der oxidierten Flüssigkeit zur Reversen Osmose mit Austrag von Salzen (10).
- (5) zeigt die Zuleitung der flüssigen Fraktion aus (4) in eine Oxidationsvorrichtung mit Austrag von Gasen (10). Hier werden die niedermolekularen, schwach-polaren Substanzen oxidiert, die die beiden Membranen passieren konnten. In einer besonders bevorzugten Ausführungsform ist die Oxidationsvorrichtung eine Ozonisierung.
- 35 (6) zeigt die Zuleitung der gereinigten Flüssigkeit zur Wiederverwendung als Waschwasser.

## ANSPRÜCHE

1. Verfahren zur Behandlung und Kreislaufführung von Abwässern, dass die folgenden Schritte umfasst:
  - (a) getrennte Erfassung der Teilströme Grauwasser, oder einer oder mehrerer Teilströme davon und Schwarzwasser oder Braunwasser und Gelbwasser, und
  - (b) Entsalzung eines Teils, oder des Gesamtstroms mindestens von einem der getrennt erfassten Teilströme aus (a), und
  - (c) Verwendung der entsalzten flüssigen Phase aus (b) zu
    - (c.i) Erfassung von Schwarzwasser oder Braunwasser und/oder Gelbwasser in (a), oder
    - (c.ii) anderen Verwendungen, und
  - (d) ein-, oder mehrmalige Wiederholung der Schritte (a) bis (c).
2. Verfahren nach Anspruch 1), wobei die Entsalzung im Verfahrensschritt (b) eine Ureolyse umfasst.
3. Verfahren nach Anspruch 1) und 2), wobei die Entsalzung im Verfahrensschritt (b) die folgenden Verfahrensschritte umfasst:
  - (b.a) Ureolyse, und
  - (b.b) Entfernung der Nährstoffsalze.
4. Verfahren nach den Ansprüchen 1) und 3), wobei die Entsalzung in Anspruch 1), Schritt (b), sowie die Entfernung der Nährstoffsalze im Anspruch 3), Schritt (b) eine MAP-Fällung ist.
5. Verfahren nach den Ansprüchen 1) bis 4), wobei nach der Entsalzung im Schritt (b) folgender Verfahrensschritt durchgeführt wird:
  - (c) zweite Entsalzung
6. Verfahren nach den Anspruch 5), wobei die zweite Entsalzung die einwertigen

anorganischen Salze umfasst.

7. Verfahren nach den Ansprüchen 1) bis 6), wobei vor dem Schritt (b) folgender Schritt durchgeführt wird:
  - (a.i) Fest-/Flüssigtrennung der in (a) getrennt erfassten Teilströme Schwarzwasser und/oder Braunwasser
8. Verfahren nach den Ansprüchen 1) bis 7), wobei nach dem Schritt (b) folgender Schritt durchgeführt wird:
  - (b.i) Oxidation von mindestens einer der aus (b) erhaltenen salzarmen Phasen aus Schwarzwasser und/oder Braunwasser.
9. Verfahren nach den Anspruch 8), wobei nach dem Schritt (b.i) folgender Schritt durchgeführt wird:
  - (b.ii) Fest-/Flüssigtrennung mindestens eines der Produkte aus (b.i) aus getrennt erfassten Schwarzwasser und/oder Braunwasser
10. Verfahren nach den Anspruch 9), wobei nach dem Schritt (b.ii) folgender Schritt durchgeführt wird:
  - (b.iii) UV-Oxidation der flüssigen Phase mindestens eines der Produkte aus (b.ii) aus getrennt erfassten Schwarzwasser und/oder Braunwasser
11. Verfahren nach Anspruch (1) bis (10), wobei Verfahrensschritt (b) eine Ultra- oder Nanofiltration ist.
12. Verfahren nach Anspruch (3) bis (11) wobei zwischen (b.a) und (b.b) eine Zudosierung von Substanzen in fester oder flüssiger Form erfolgt.
13. Verfahren nach Anspruch (12), wobei die Zudosierung das Alkali KOH, und/oder die Substanzen,  $\text{Mg}(\text{CH}_3\text{COO})_2$  und/oder  $\text{Mg}(\text{COO})_2$  und/oder Kaliumphosphatverbindungen mit, und/oder ohne Wasserstoff umfasst.
14. Verfahren nach Anspruch (13), wobei die Zudosierung mit stöchiometrischen Mengen erfolgt, die sich nach den Konzentrationen von Ammonium in der zu

- behandelnden Flüssigkeit richtet.
15. Verfahren nach Anspruch (12), wobei die Zudosierung der Substanzen sich nach der Menge von Ammonium richtet, die nötig ist, um in der Oxidation des Verfahrensschrittes (b.i) diejenige pH-Absenkung, die durch die Umwandlung von Ammonium zu Nitrat verursacht wird, zu ermöglichen, die das basische Millieu des Austrags aus Verfahrensschritt (b) neutralisiert.
  16. Verfahren nach einem der Ansprüche (5) bis (15), wobei die zweite Entsalzung im Schritt (c) eine reverse Osmose ist.
  17. Verfahren nach einem der Ansprüche (1) bis (16), wobei die Verfahrensschritte (b) und (c) in einem Behälter, oder in zwei hydraulisch nicht getrennten Behältern durchgeführt wird.
  18. Verfahren nach einem der Ansprüche (10) bis (17), wobei der Verfahrensschritt (b.iii) eine Aktivkohleabsorption und/oder Ozonisierung und/oder UV-Behandlung ist.
  19. Verfahren nach Anspruch (1), wobei die Entsalzung eine Komplexierung der zweiwertigen Ionen mittels eines Komplexierungsmittels ist.
  20. Verfahren nach Anspruch und (19), wobei das Komplexierungsmittel Aminophosphonsäure umfasst.
  21. Verfahren nach Anspruch (19) und (20), wobei das Komplexierungsmittel an jedem Punkt vor Schritt (b) zugegeben werden kann.
  22. Verfahren nach Anspruch (1) bis (21), wobei das Verfahren parallel zu einem, mehreren oder allen vorstehenden Verfahrensschritten folgende Verfahrensschritte umfasst:
    - (i) getrennte Erfassung der Teilströme Grauwasser, oder einer oder mehrerer Teilströme davon, und Schwarzwasser oder Braunwasser und Gelbwasser, und

- (ii) Membranfiltration des in (i) getrennt erfassten Grauwassers, oder einer oder mehrerer Teilströme davon.
- 23. Verfahren nach Anspruch (1) bis (22), wobei das Verfahren parallel zu einem, mehreren oder allen vorstehenden Verfahrensschritten folgende Verfahrensschritte umfasst:
  - (iii) Kohlenstoffentfernung der in (i) getrennt erfassten Teilströme Grauwasser, oder einer oder mehrerer Teilströme davon, vor oder nach (ii).
- 24. Verfahren nach einem der Ansprüche (10) bis (17), dass die folgenden Schritte umfasst:
  - (a) Ableitung einer wässrigen Flüssigkeit aus einem Speicherbehälter, und
  - (b) Verwendung der Flüssigkeit zur Toilettenspülung, die die Erfassung von Fäkalien und/oder Urin umfassen kann, und
  - (c) Behandlung der Flüssigkeit, und
  - (d) Zuleitung der Flüssigkeit zu dem Speicherbehälter, und
  - (e) UVC Behandlung der Flüssigkeit in dem Speicherbehälter, und
  - (f) ein, oder mehrmalige Wiederholung der Schritte (a) bis (e)
- 25. Verfahren nach einem der Ansprüche (4) bis (17), dass die folgenden Schritte umfasst:
  - (a) Ableitung einer wässrigen Flüssigkeit aus einem Speicherbehälter, und
  - (b) Behandlung der Flüssigkeit, und
  - (c) Verwendung der Flüssigkeit zur Toilettenspülung, die die Erfassung von Fäkalien und/oder Urin umfassen kann, und
  - (d) Behandlung der Flüssigkeit, und
  - (e) Zuleitung der Flüssigkeit zu dem Speicherbehälter, und
  - (f) Anhebung des pH Wertes in dem Speicherbehälter, oder in einem Behälter parallel zu dem Speicherbehälter, und
  - (g) ein, oder mehrmalige Wiederholung der Schritte (a) bis (f)
- 26. Vorrichtung zur Behandlung und Kreislaufführung von Abwässern, dass die folgenden Einrichtungen umfasst:

- (a) eine Einrichtung zur getrennte Erfassung der Teilströme Schwarzwasser oder Braunwasser und Gelbwasser, und
  - (b) eine Einrichtung zur Entsalzung eines Teils, oder des Gesamtstroms mindestens von einem der getrennt erfassten Teilströme aus (a), und
  - (c) eine Einrichtung zur Verwendung der entsalzten flüssigen Phase aus (b) zur
    - (c.i) Erfassung von Schwarzwasser oder Braunwasser und/oder Gelbwasser in (a), oder
    - (c.ii) anderen Verwendungen, und
  - (d) eine Einrichtung zur ein-, oder mehrmalige Wiederholung der Schritte (a) bis (c).
27. Vorrichtung nach Anspruch 26), wobei die Einrichtung zur Entsalzung in (b) eine Einrichtung zur Ureolyse umfasst.
28. Vorrichtung nach Anspruch 26) und 27), wobei die Einrichtung zur Entsalzung in (b) die folgenden Einrichtungen umfasst:
- (b.a) eine Einrichtung zur Ureolyse, und
  - (b.b) eine Einrichtung zur Entfernung der Nährstoffsalze.
29. Vorrichtung nach den Ansprüchen 26) und 28), wobei die Einrichtung zur Entsalzung in Anspruch 26) (b), sowie die Einrichtung zur Entfernung der Nährstoffsalze im Anspruch 28) (b), eine Einrichtung zur MAP-Fällung ist.
30. Vorrichtung nach den Ansprüchen 26) bis 29), die nach der Einrichtung zur Entsalzung in (b) folgende Einrichtung umfasst:
- (c) eine Einrichtung zur zweiten Entsalzung
31. Vorrichtung nach den Anspruch 30), wobei die Einrichtung zur zweiten Entsalzung die eine Einrichtung zur Entfernung einwertiger anorganischen Salze umfasst.
32. Vorrichtung nach den Ansprüchen 26) bis 31), die vor der Einrichtung (b) folgender Einrichtung umfasst:

- (a.i) eine Einrichtung zur Fest-/Flüssigtrennung der in (a) getrennt erfassten Teilströme Schwarzwasser und/oder Braunwasser
33. Vorrichtung nach den Ansprüchen 26) bis 32), die nach der Einrichtung (b) folgende Einrichtung umfasst:
- (b.i) eine Einrichtung zur Oxidation von mindestens einer der aus (b) erhaltenen salzarmen Phasen aus Schwarzwasser und/oder Braunwasser.
34. Vorrichtung nach den Anspruch 33), die nach der Einrichtung (b.i) folgende Einrichtung umfasst:
- (b.ii) eine Einrichtung zur Fest-/Flüssigtrennung mindestens eines der Produkte aus (b.i) aus getrennt erfassten Schwarzwasser und/oder Braunwasser
35. Vorrichtung nach den Anspruch 34), die nach der Einrichtung (b.ii) folgende Einrichtung umfasst:
- (b.iii) eine Einrichtung zur UV-Oxidation der flüssigen Phase mindestens eines der Produkte aus (b.ii) aus getrennt erfassten Schwarzwasser und/oder Braunwasser
36. Vorrichtung nach Anspruch (26) bis (35), wobei die Einrichtung (b) eine Ultra- oder Nanofiltration ist.
37. Vorrichtung nach Anspruch (26) bis (36) wobei zwischen den Einrichtungen (b.a) und (b.b) eine Einrichtung zur Zudosierung von Substanzen in fester oder flüssiger Form ist.
38. Vorrichtung nach Anspruch (37), wobei die Einrichtung zur Zudosierung das Alkali KOH, und/oder die Substanzen,  $\text{Mg}(\text{CH}_3\text{COO})_2$  und/oder  $\text{Mg}(\text{COO})_2$  und/oder Kaliumphosphatverbindungen mit, und/oder ohne Wasserstoff umfasst.
39. Vorrichtung nach Anspruch (38), wobei die Einrichtung zur Zudosierung gemäß

stöchiometrischen Mengen gesteuert wird, die sich nach den Konzentrationen von Ammonium in der zu behandelnden Flüssigkeit richtet.

40. Vorrichtung nach Anspruch (38) und (39), wobei die Einrichtung zur Zudosierung der Substanzen nach derjenigen Menge von Ammonium gesteuert wird, die nötig ist, um in der Oxidation des Verfahrensschrittes (b.i) diejenige pH-Absenkung, die durch die Umwandlung von Ammonium zu Nitrat verursacht wird, zu ermöglichen, die das basische Millieu des Austrags aus Verfahrensschritt (b) neutralisiert.
41. Vorrichtung nach einem der Ansprüche (30) bis (40), wobei die zweite Einrichtung zur Entsalzung im Schritt (c) eine reverse Osmose ist.
42. Vorrichtung nach einem der Ansprüche (26) bis (44), wobei die Einrichtungen (b) und (c) einen Behälter, oder zwei hydraulisch nicht getrennte Behälter umfassen.
43. Vorrichtung nach einem der Ansprüche (35) bis (45), wobei die Einrichtung (b.iii) eine Einrichtung zur Aktivkohleabsorption und/oder Ozonisierung und/oder UV-Behandlung ist.
44. Vorrichtung nach Anspruch (26), wobei die Einrichtung zur Entsalzung in (b) eine Einrichtung zur Komplexierung der zweiwertigen Ionen mittels eines Komplexierungsmittels ist.
45. Vorrichtung nach Anspruch und (44), wobei die Einrichtung zur Komplexierung das Komplexierungsmittel Aminophosphonsäure umfasst.
46. Vorrichtung nach Anspruch (44) und (45), wobei das Komplexierungsmittel an jedem Punkt vor Einrichtung (b) mit einer Einrichtung zur Zudosierung zugegeben werden kann.
47. Vorrichtung nach einem der Ansprüche (26) bis (46), wobei die Vorrichtung parallel zu einem, mehreren oder allen vorstehenden Einrichtungen folgende



Einrichtungen umfasst:

- (i) eine Einrichtung zur getrennte Erfassung der Teilströme Grauwasser, oder einer oder mehrerer Teilströme davon, und Schwarzwasser oder Braunwasser und Gelbwasser, und
- (ii) eine Einrichtung zur Membranfiltration des in (i) getrennt erfassten Grauwassers, oder einer oder mehrerer Teilströme davon.

48. Vorrichtung nach einem der Ansprüche (26) bis (47), wobei die Vorrichtung parallel zu einem, mehreren oder allen vorstehenden Einrichtungen folgende Einrichtungen umfasst:

- (iii) eine Einrichtung zur Kohlenstoffentfernung der in (i) getrennt erfassten Teilströme Grauwasser, oder einer oder mehrerer Teilströme davon, vor oder nach (ii).

49. Vorrichtung nach einem der Ansprüche (35) bis (48), welche die folgenden Einrichtungen umfasst:

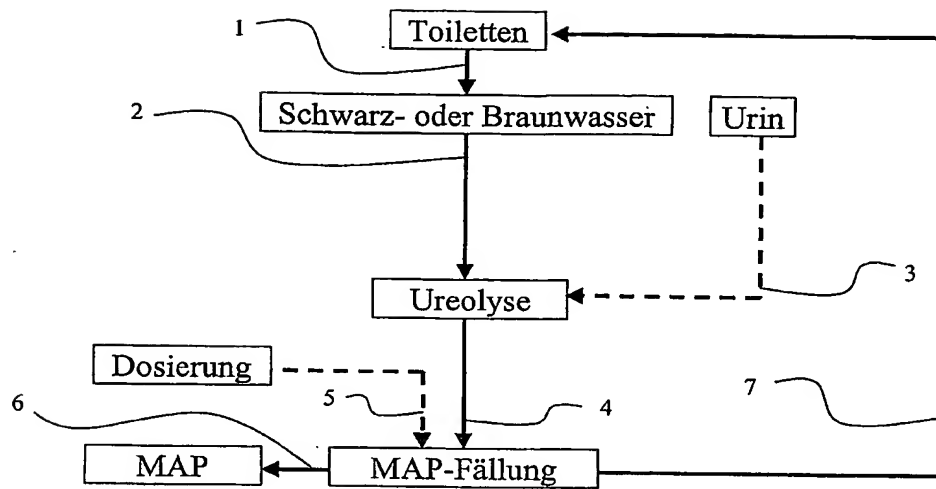
- (a) eine Einrichtung zur Ableitung einer wässrigen Flüssigkeit aus einem Speicherbehälter, und
- (b) eine Einrichtung zur Verwendung der Flüssigkeit zur Toilettenspülung, die die Erfassung von Fäkalien und/oder Urin umfassen kann, und
- (c) eine Einrichtung zur Behandlung der Flüssigkeit, und
- (d) eine Einrichtung zur Zuleitung der Flüssigkeit zu dem Speicherbehälter, und
- (e) eine Einrichtung zur UVC Behandlung der Flüssigkeit in dem Speicherbehälter, und
- (f) eine Einrichtung zur ein, oder mehrmalige Wiederholung der Schritte (a) bis (e)

50. Vorrichtung nach einem der Ansprüche (28) bis (49), welche die folgenden Einrichtungen umfasst:

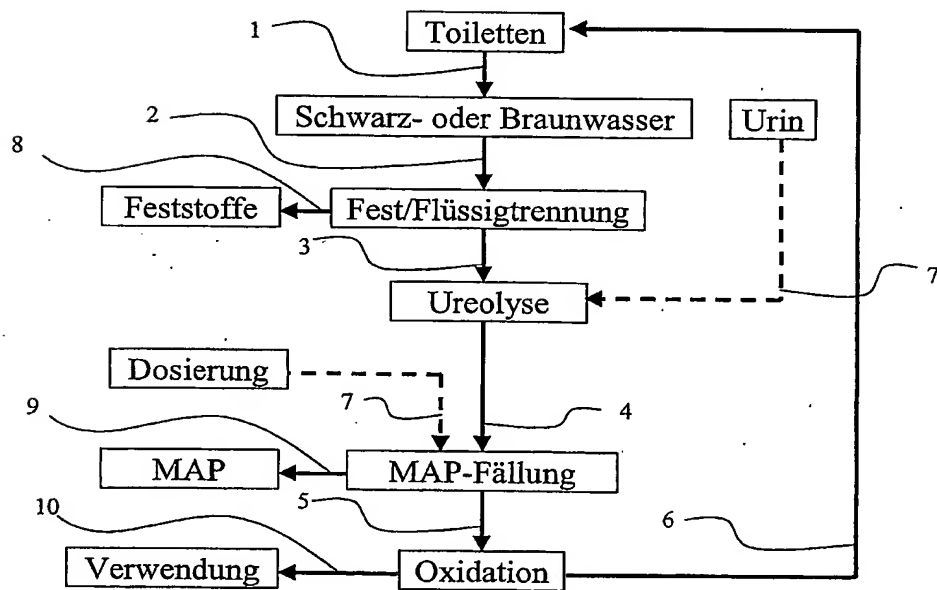
- (a) eine Einrichtung zur Ableitung einer wässrigen Flüssigkeit aus einem Speicherbehälter, und
- (b) eine Einrichtung zur Behandlung der Flüssigkeit, und
- (c) eine Einrichtung zur Verwendung der Flüssigkeit zur Toilettenspülung, die

die Erfassung von Fäkalien und/oder Urin umfasst, und

- (d) eine Einrichtung zur Behandlung der Flüssigkeit, und
- (e) eine Einrichtung zur Zuleitung der Flüssigkeit zu dem Speicherbehälter, und
- (f) eine Einrichtung zur Anhebung des pH Wertes in dem Speicherbehälter, oder in einem Behälter parallel zu dem Speicherbehälter, und
- (g) eine Einrichtung zur ein, oder mehrmalige Wiederholung der Schritte (a) bis (f)



**Fig. 1**



**Fig. 2**

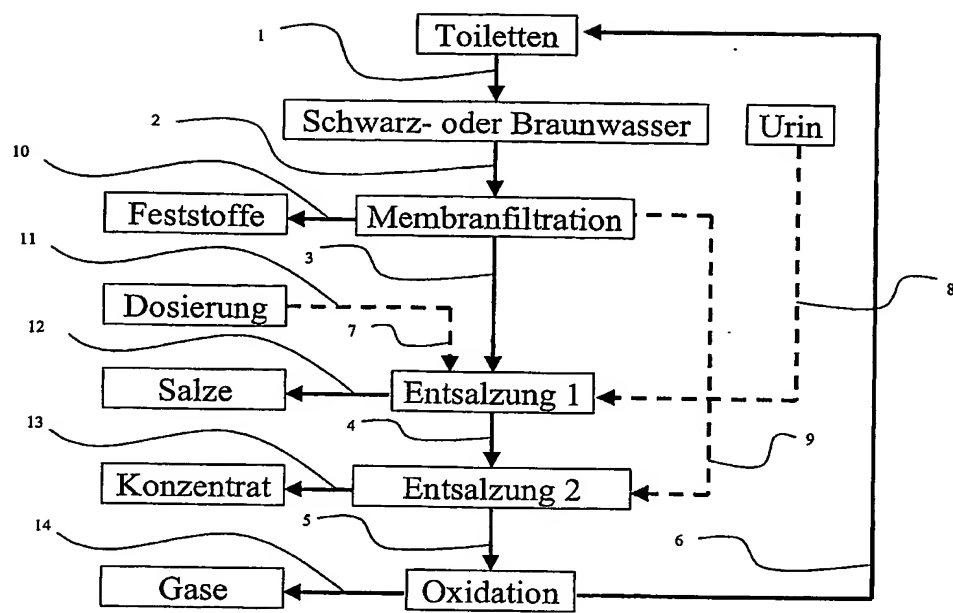


Fig. 3

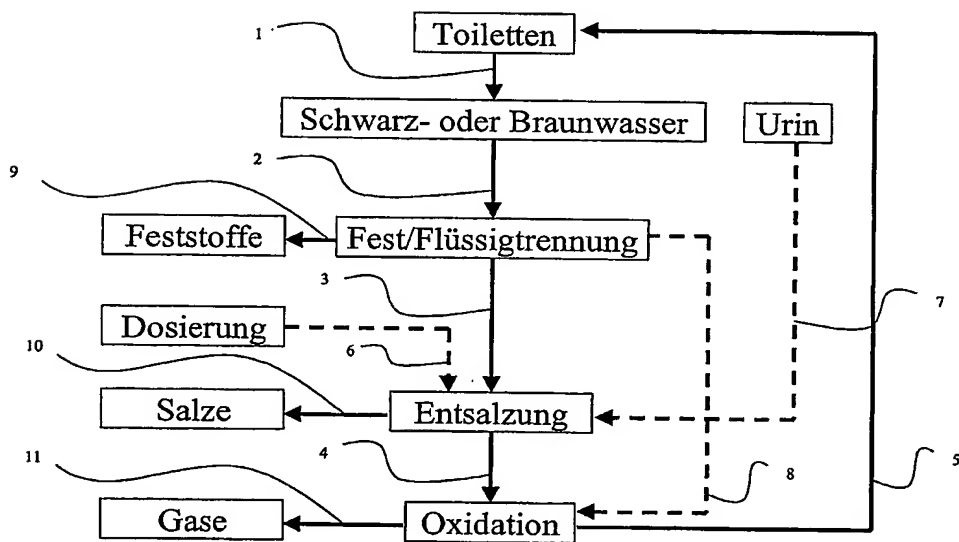


Fig. 4

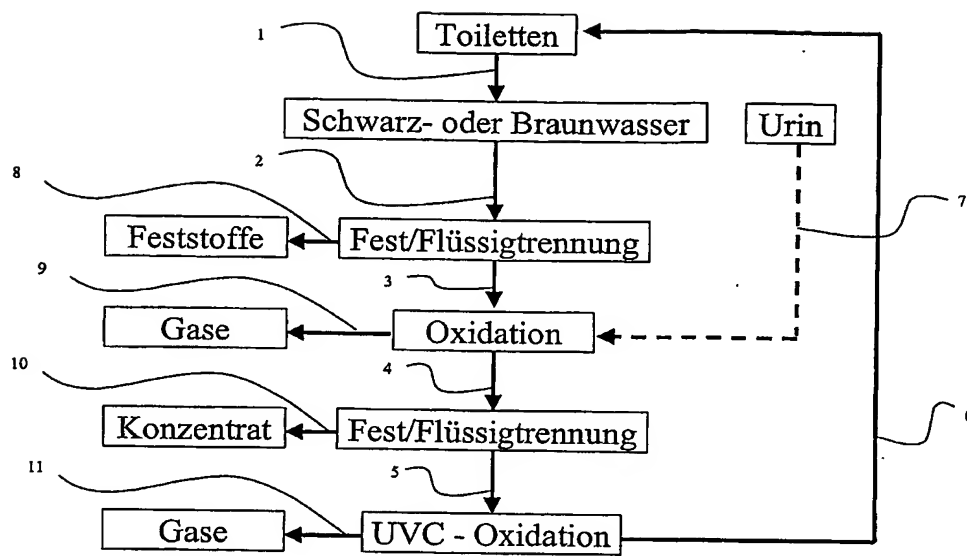


Fig. 5

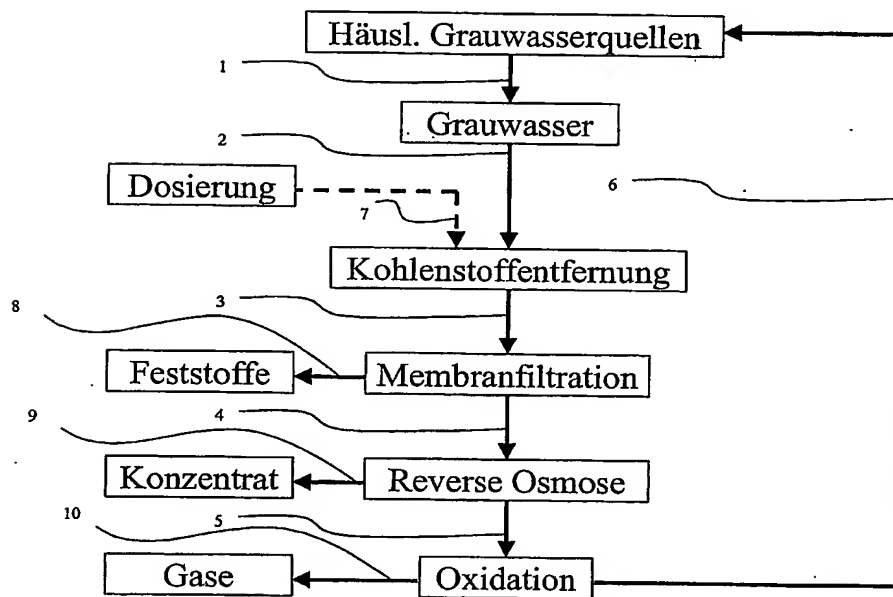


Fig. 6